

Programmes des enseignements de sciences naturelles

PROGRAMMES DES ÉCOLES CENTRALES

Loi Daunou du 3 brumaire, an IV (24 octobre 1795)

Chaque année chaque école publie le programme détaillé des cours donnés.

L'enseignement transmet des vues générales sur l'histoire naturelle :

- on commence par des remarques générales sur l'objet des sciences naturelles
- la division en trois règnes
- les méthodes de classification: Tournefort, Linné, Jussieu, Lamarck, Adanson (plus rarement)
- l'utilité pour l'homme des substances simples (en métallurgie, agriculture, médecine)

En botanique :

- Utilité et agrément des végétaux
- Anatomie
- Physiologie
- Pathologie

En zoologie :

- L'homme
- Les âges de la vie
- Les races
- Les mœurs
- Les maladies
- Les arts
- Différentes classes de la classification de Cuvier
- Physiologie

En minéralogie :

- Le globe terrestre
- La structure interne
- Les révolutions physiques
- Les météores
- Le volcanisme
- Sa formation, les différentes théories en soulignant leur caractère spéculatif et provisoire
- Les substances minérales: eaux (aériennes, terrestres, minérales pétifiantes thermales)
- Les terres (friables, végétales, calcaires...)
- Les pierres (argileuses, calcaires, gypseuses...)
- Les sels (acides, alkalis, composés ou neutres...)
- Les bitumes (houille naphte, pétrole...)
- Les demi-métaux (arsenic, cobalt, antimoine...)
- Les métaux (fer, cuivre, étain, argent...)
- Les matières volcaniques

* * * * *

Le règlement du 19 septembre 1809

Le programme d'**histoire naturelle** (titre IV) prévoit :

- Les éléments d'Histoire naturelle de DUMÉRIL (1807);
- Le tableau élémentaire des animaux, de CUVIER ;
- Le *Genera Plantarum*, de JUSSIEU ;
- La minéralogie de BRONGNIART ;

Le Professeur pourra faire lire et extraire les ouvrages plus considérables de LINNÉ, BUFFON, LACÉPÈDE, PALLAS, HAÛY, etc.

* * * * *

PROGRAMME DU COURS ÉLÉMENTAIRE DES SCIENCES PHYSIQUES

*pour les élèves de troisième, seconde et rhétorique réunis,
les jeudis matin (arrêté du 30 novembre 1819)*

Première année

Éléments de zoologie et de botanique

ZOOLOGIE

Des animaux. Division des êtres que nous offre la nature, en corps organisés et inorganiques.

Division des corps organisés en animaux et végétaux. Des animaux considérés dans leurs principales parties. Fonctions des organes principaux. Idée générale de la classification des animaux. Des animaux vertébrés : mammifères, oiseaux, reptiles, poissons. Des mollusques : céphalopodes, ptéropodes, gastéropodes, acéphales, brachiopodes, cirripèdes. Des animaux articulés : annélides, crustacés, arachnides, insectes. Des animaux rayonnés : échinodermes, intestinaux, acalèphes, polypes, infusoires. Des différences que présente l'organisation générale des animaux de chacune de ces classes. Application des méthodes de classification à la détermination des genres et des espèces. Notions sur les animaux les plus utiles et les plus remarquables, et sur les arts qui s'y rapportent, tels que la pêche, la chasse, l'éducation des animaux domestiques, etc.

De l'homme. Sa nature particulière. Il se distingue essentiellement des animaux. Influence de sa nature sur son développement physique et intellectuel. Des différentes races. De l'influence de l'homme sur les oeuvres de la Création.

BOTANIQUE

Des végétaux considérés dans leurs principales parties et des fonctions de chacune d'elles. Idée générale de la classification des végétaux et de leur distribution en familles naturelles. Végétaux acotylédones, monocotylédones et polycotylédones. Des différences que présente l'organisation générale des végétaux de chacune de ces classes. Descriptions particulières des familles naturelles les plus nombreuses en espèces indigènes. Application des méthodes à la détermination des genres et des espèces. Notions sur les végétaux les plus utiles et les plus remarquables et sur leur culture.

Deuxième année

Éléments de chimie et de minéralogie

MINÉRALOGIE

Des minéraux considérés sous le rapport de leurs propriétés physiques et chimiques. Des cristaux. Idée générale de la classification des minéraux. Exemples de détermination de divers minéraux d'après les propriétés qui les caractérisent. Notions générales de géographie physique. Des roches et de leurs caractères. De la position relative des minéraux et des différentes espèces de roches dans la structure de la terre. Des minéraux les plus utiles, de leur extraction et de la manière dont on les emploie.

* * * * *

PROGRAMMES DES EXAMENS DU BACCALAURÉAT ÈS SCIENCES, EXTRAITS : (arrêté du 25 septembre 1821)

PHYSIQUE

Programme des connaissances élémentaires de physique à exiger des jeunes élèves en médecine aspirant au grade de bachelier ès sciences.

1. La connaissance des procédés généraux d'observation communs à toutes les sciences expérimentales, comprenant :
La balance et la manière de s'en servir; le baromètre; le thermomètre; le ressort de l'air et des gaz, la machine pneumatique; les dilatations des corps solides, liquides, aériformes; les lois générales de la vaporisation, de l'hygrométrie, et en général des phénomènes qui accompagnent les changements d'état des corps par la chaleur ; les procédés à l'aide desquels on détermine les pesanteurs spécifiques des corps solides, liquides, aériformes; les phénomènes capillaires.
2. Parties spéciales de la physique
Dans l'acoustique, les lois générales de la formation et de la propagation du son, soit dans un milieu indéfini, soit dans des tuyaux, avec leur application aux organes de l'ouïe et de la voix
Dans l'électricité, notions élémentaires sur l'électricité et le galvanisme;
Dans l'optique, les lois générales du mouvement de la lumière, de sa réflexion et de sa réfraction dans les corps non cristallisés.
Théorie des miroirs, des lunettes, des microscopes.
Application à la construction de l'organe de la vue.

CHIMIE

Programme des connaissances de chimie qui seront exigées pour obtenir le grade de bachelier ès sciences.

...(programmes de chimie minérale)...

Principe astringent.
Des alcalis végétaux. Morphine, strychnine, brucine, delphine, vératrine.
Des substances neutres.
Du sucre et de ses principales variétés. De l'amidon, des gommes, du ligneux.
Des substances inflammables.
Des huiles fixes; leur décomposition par les alcalis. Fabrication du savon.
Des huiles essentielles, des résines, des gommes-résines, de la cire, du camphre, du caoutchouc.
Des substances azotées. De l'albumine végétale, du gluten, du ferment.
Circonstances nécessaires pour le développement de la fermentation alcoolique. Extraction et propriétés de l'alcool. Des éthers sulfurique, nitreux, hydro-chlorique, acétique.
Phénomènes qui accompagnent la fermentation acide, panaire, putride.
Moyens de conserver les substances organiques.

Caractères distinctifs des substances animales.
Substances acides. Acide urique, lactique.
Substances neutres. Gélatine, albumine, fibrine, osmazôme, mucus, caseum, urée, picromel, sucre de lait.
Substances inflammables. Des diverses matières grasses; leur composition naturelle. Altération qu'elles éprouvent par l'action des alcalis.
Composition et analyse de la salive, du chyle, du sang, du lait, de la bile, des calculs biliaires, de l'urine, des calculs urinaires, de la substance nerveuse, des os.
Phénomènes chimiques de la respiration.
Application de la connaissance de ces phénomènes à la théorie de la chaleur animale.

On insistera particulièrement sur les propriétés qui servent à reconnaître les substances et à les distinguer les unes des autres. On exigera que les candidats énoncent les expériences qu'il faudrait tenter, et les résultats qu'elles devraient offrir, pour mettre en état de prononcer, avec certitude, sur la nature d'un corps donné.

MINÉRALOGIE

Programme des connaissances élémentaires de minéralogie qui seront exigées des jeunes élèves en médecine, pour obtenir le grade de bachelier ès sciences.

Exposer les principaux caractères qui distinguent les minéraux des êtres organiques.
Indiquer les considérations générales sur lesquelles est basée la distribution méthodique des espèces minérales, dont les unes sont tirées de la composition chimique, et les autres, des propriétés qui fournissent les caractères des trois divisions supérieures, savoir: les classes, les ordres et les genres.
Exposer la notion de l'espèce minéralogique, et indiquer les caractères sur lesquels est fondée la distinction des différentes espèces, et ceux qui peuvent faire reconnaître à laquelle appartient un minéral donné.
Faire l'application des principes précédents à des minéraux choisis parmi ceux qui sont employés en médecine, et indiquer les substances naturelles analogues à celles que l'on obtient immédiatement par les procédés chimiques.

* * * * *

PROGRAMME DU COURS DE ZOOLOGIE

pour les élèves de troisième (circulaire du 5 décembre 1831)

Zoologie

1. Idée générale de la nature, des rapports des êtres, de l'ordre qui en résulte.
2. Division des corps naturels en animaux, végétaux et minéraux.
Différence des êtres vivants et des minéraux.
Naissance, accroissement, mort, décomposition des animaux et des végétaux ; formation des minéraux par juxtaposition et cristallisation.
3. Des espèces, de leur perpétuation, de leur rapprochement en genres; idée de la méthode en histoire naturelle.
4. Distinction des animaux et des végétaux sous les rapports de la nutrition, de la respiration et autres fonctions organiques.
5. Division des animaux en vertébrés, mollusques, articulés et rayonnés.
6. Division des vertébrés en mammifères, oiseaux, reptiles et zoophytes.
7. Des mammifères en général, et surtout de l'homme. Idées plus détaillées sur son organisation.
Des os et du squelette; des muscles; du cerveau; des nerfs; des organes; des sens extérieurs; des téguments, principalement des poils; de la nutrition; dents; bouche; langue; pharynx; œsophage; estomac; intestins; rate; foie; mésentère; système lymphatique.
De la circulation et de ses organes; veines; artères; cœur; de la respiration; trachée; poumons; diaphragme; du larynx et de la voix.
On prendra autant qu'il sera possible ces exemples dans l'homme, sans toutefois prétendre à faire un cours d'anatomie des variétés de l'espèce humaine proprement dite.
8. Division des mammifères en quadrumanes, insectivores, carnassiers, didelphes insectivores, didelphes rongeurs, rongeurs propres, pachydermes et solipèdes, ruminants, cétacés.
On fera connaître les caractères de chaque ordre, et surtout l'influence de leur dentition et des formes de leurs pieds sur leur nature; les principaux genres; les espèces les plus intéressantes par leurs formes, leur grandeur, leur importance sur le globe, l'usage que l'homme en tire; les inconvénients qu'elles ont pour lui. On s'attachera à l'histoire des animaux domestiques et des différents gibiers.
9. Des oiseaux.
Faire voir comment toute leur économie est adaptée au vol.
Respiration, sacs aériens, structure des os, nature des plumes; ostéologie des pieds, du cou, du sternum, des ailes.
10. De l'œuf et de son développement, des nids.
11. Division des oiseaux en rapaces, passereaux, grimpeurs, gallinacés, échassiers, palmipèdes.
Caractères de ces ordres; leur naturel fondé sur leur organisation; les principaux genres de chacun; les espèces les plus remarquables par leur grandeur, leur beauté, leur instinct, leur abondance, leur utilité; on traitera des oiseaux de chasse, des oiseaux de basse-cour, de ceux dont la chasse a le plus d'utilité ou d'agrément.
12. Des reptiles; de leur caractère général pris de leur moindre respiration; ses causes, son influence sur leur naturel.
Division des reptiles en chéloniens, crocodiliens, sauriens, ophidiens et batraciens.
13. Des poissons; de la nature de leur respiration et de l'organisation de leurs branchies, de leurs opercules, etc.; des détails de leur organisation adaptée à la natation; de leur vessie aérienne, de leurs écailles, etc.
14. Division des poissons en chorio-épipithéliomes et en osseux; des osseux en leurs principales familles; dans chaque famille on s'attachera aux genres remarquables par leurs caractères singuliers, ou dont quelques espèces ont des instincts intéressants ou sont particulièrement utiles comme aliment: on fera surtout connaître les poissons qui voyagent en grandes troupes et donnent lieu à des pêches fructueuses ou à des salaisons abondantes.
15. Des mollusques en général et de leur organisation.
On s'attachera à faire connaître la croissance de la coquille et ses diversités de formes. Division des mollusques en céphalopodes, gastéropodes, acéphales, ptéropodes, cirrhopodes; en exemple de chaque ordre on choisira les espèces les plus remarquables par leurs caractères; des coquilles les plus intéressantes par leurs formes, leur éclat, etc.
16. Des animaux articulés, et particulièrement de leur système nerveux; des vers à sang rouge, sangsue, ver de terre et les principaux genres aquatiques; leurs caractères et leurs instincts les plus remarquables.
17. Des crustacés; de leur organe de digestion, de circulation et de respiration.
18. Des arachnides, particulièrement de l'araignée et de son instinct; du scorpion.
20. Des insectes; on entrera dans l'exposition de leur organisation; système nerveux; organes de la nutrition et des sécrétions; trachées, etc.; des variétés de leur bouche. On insistera sur leurs métamorphoses.
21. Division des insectes en aptères, coléoptères, orthoptères, névroptères, hyménoptères, hémiptères, lépidoptères, diptères. On indiquera les genres de chaque ordre les plus remarquables par leurs caractères, par le rôle important qu'ils jouent dans la nature, par des instincts singuliers. On insistera sur les insectes qui vivent en société. On fera connaître particulièrement le régime des abeilles, des guêpes, etc.; l'histoire du ver à soie.
22. Des animaux rayonnés; des zoophytes, astéries, oursins, holothuries, actinies, méduses, etc.; des différents degrés de leur organisation.
Des vers intestinaux, particulièrement de ceux de l'homme; de leur organisation et de leur propagation.
Des polypes, de leur reproduction par division.
Des zoophytes composés; de la nature des coraux et de leurs principales variétés.

* * * * *

PROGRAMME D'HISTOIRE NATURELLE DANS LES COLLÈGES
(première année) (5 novembre 1833) :

ZOOLOGIE
(classe de 6^e)

Notions générales

PREMIÈRE LEÇON

Coup d'oeil sur les Sciences naturelles et sur leurs divisions. Définition de la zoologie. Connaissances générales nécessaires à cette étude. Structure du corps des animaux et énumération des principaux organes. Classification des fonctions des animaux.

DEUXIÈME LEÇON

Fonctions de nutrition. Nutrition des organes : preuve de l'existence du mouvement nutritif. Coloration des os, etc. L'agent principal de la nutrition est le sang. Usage du sang. Étude de ce liquide. Propriétés physiques du sang. Sang rouge et sang blanc. Globules. Sérum. Coagulation. Sang veineux et sang artériel. Transformation du sang veineux en sang artériel par l'action de l'air.

TROISIÈME LEÇON

Suite des fonctions de nutrition. Circulation du sang, coeur, artères, veines. Marche du sang dans le corps des mammifères. Mécanisme de la circulation. Phénomène du pouls. Absorption veineuse. Sécrétions.

QUATRIÈME LEÇON

Suite des fonctions de nutrition. Respiration. Nécessité du contact de l'air. Asphyxies. Composition de l'atmosphère. Principaux phénomènes de la respiration. Poumons. Mécanisme de la respiration. Chaleur animale.

CINQUIÈME LEÇON

Suite des fonctions de nutrition. Digestion. Bouche et préhension des aliments. Mastication. Dents ; leur structure, leur mode de formation. Leur forme et leur usage. Salive. Glandes salivaires. Déglutition. Pharynx. Œsophage. Estomac. Suc gastrique. Chymification.

SIXIÈME LEÇON

Suite des fonctions de nutrition. Suite de la digestion. Intestins. Chylification. Bile et foie. Pancréas et suc pancréatique. Gros intestins. Absorption du chyle. Vaisseaux chylifères. Résumé des fonctions de nutrition.

SEPTIÈME LEÇON

Fonctions de relation. Système nerveux et sensibilité.

HUITIÈME LEÇON

Sens du toucher. Peau. Mains. Cheveux, poils, ongles et cornes; modes de formation. Sens de l'odorat. Appareil olfactif. Sens du goût. Sens de l'ouïe. Appareil auditif.

NEUVIÈME LEÇON

Sens de la vue. Lumière. Appareil de la vision. Sourcils. Paupières. Appareil lacrymal. Muscles de l'oeil. Situation de l'oeil. Usage des différentes parties de l'oeil. Voix.

DIXIÈME LEÇON

Appareil du mouvement. Squelette. Structure des os. Leur composition. Énumération des os. Articulations.

Zoologie descriptive (*Méthode de M. G. Cuvier*)

ONZIÈME LEÇON

Classification du règne animal. Comparaison de la structure des animaux; de là leur division en quatre embranchements. Caractères de chacun de ces embranchements.

Animaux vertébrés. Particularités de leur organisation. Division en quatre classes. Caractères de ces classes.

DOUZIÈME LEÇON

Mammifères. Particularités de l'organisation des animaux de cette classe. Division en ordres.

TREIZIÈME LEÇON

Ordre des Bimanes. Espèce unique, homme. Caractères anatomiques qui distinguent le corps de l'homme de celui des autres mammifères. Mains. Pieds. Station. Cerveau. Races humaines.

QUATORZIÈME LEÇON

Ordre des Quadrumanes. Caractères zoologiques. Particularités de leur organisation comparée à leurs moeurs. Division en trois familles, leurs caractères zoologiques.

Famille des Singes. Division en singes de l'ancien et du nouveau continent. Description et moeurs des principaux genres (Orangs, Gibbons, Guenons, Magots, Cynocéphales, Singes hurleurs).

Famille des Ouistitis. Moeurs.

Famille des Makis. Description et moeurs.

QUINZIÈME LEÇON

Ordre des Carnassiers. Caractères zoologiques. Particularités de leur organisation. Division en familles.

Famille des Chéiroptères. Caractères zoologiques. *Tribu des Chauves-Souris*. Particularités d'organisation. Moeurs. Chauves-Souris frugivores (exemple, Roussette). Chauves-Souris insectivores (exemple, Vespertillon, Oreillard). *Tribu des Galéopithèques*.

Famille des Insectivores. Caractères zoologiques. Organisation et moeurs des Hérissons, des Musaraignes et des Taupes.

SEIZIÈME LEÇON

Famille des Carnivores. Caractères zoologiques. Particularités de l'organisation. Division en trois tribus.

Tribu des Plantigrades. Caractères zoologiques. Organisation et moeurs des Ours (Ours brun, Ours blanc). Des Blaireaux. Usage de leurs poils.

Tribu des Digitigrades. Caractères zoologiques. Groupe des digitigrades vermiformes. Histoire des Putois (Putois commun, Furet,

Belette, Hermine). Des Martes (Martes communes, Fouines, Marte zibeline). Des Loutres (Loutre commune, Loutre de mer).

Genre des Chiens. Histoire et moeurs de quelques races (Loups, Renards).

Genre des Civettes. (Civette, Genette commune, Mangouste d'Égypte).

Genre des Hyènes.

Genre des Chats. Moeurs (Lion, Tigre, Léopard, Cougouar, Lynx, Chat).

Tribu des Amphibiens. Caractères zoologiques. Moeurs (Phoque, Morse).

DIX-SEPTIÈME LEÇON

Ordre des Marsupiaux. Caractères zoologiques. Particularités de leur organisation. Moeurs (Sarigues, Phalangers, Kangourous).

Ordre des Rongeurs. Caractères zoologiques. Particularités de leur organisation. Organisation et moeurs du genre Écureuil. Écureuils proprement dits (Écureuil commun, Polatouche). Organisation et moeurs du genre Rat. Marmottes. Moeurs. Hibernation. Loirs. Rats proprement dits (Souris, Rat, Surmulot). *Hamsters*. *Campagnols*. *Gerboises*.

Genre des Castors. Organisation et moeurs des Castors proprement dits. *Genre des Porcs-Épics*. Organisation et moeurs des Porcs-Épics proprement dits. *Genre Lièvre*. Organisation et moeurs des Lièvres proprement dits (Lièvre commun, Lapin). *Genre des Cabiais* (Cochon d'Inde). *Chinchilla*. Notions sur le commerce des pelleteries et sur les usages des poils en chapellerie. Du feutrage.

DIX-HUITIÈME LEÇON

Ordre des Édentés. Caractères zoologiques. Division en trois familles.

Familles de Paresseux. Organisation. Moeurs (Aï).

Famille des Édentés ordinaires. (Tatous, Fourmiliers, Pangolins).

Famille des Monotrèmes. Particularités de leur organisation. Division en trois familles.

Famille des Proboscidiens. Genre éléphant. Organisation. Moeurs. Usages. Ivoire. (Éléphants d'Asie, d'Afrique et de Sibérie).

DIX-NEUVIÈME LEÇON

Famille des Pachydermes ordinaires. Genre Hippopotame. Genre Cochon (Sanglier, Cochon domestique). Genre Rhinocéros.

Famille des Solipèdes. Cheval. Moeurs. Signes de l'âge des chevaux. Principales races. Âne. Zèbre.

VINGTIÈME LEÇON

Ordre des Ruminants. Caractères zoologiques. Particularités de leur organisation. Rumination.

Ruminants sans cornes. Genre Chameaux. Chameaux proprement dits. Particularités d'organisation. Moeurs et usages (Chameau à une bosse, Chameau à deux bosses). Lamas. Genre Chevrotains (Chevrotain, Musc). Genre des Cerfs. Bois. Moeurs. (Daim, Cerf commun, Chevreuil, Renne). Genre Girafe. Genre des Antilopes (Gazelle, Chamois). Genre des Chèvres (Chèvre sauvage, Chèvre, Bouquetin, Chèvre domestique).

VINGT-ET-UNIÈME LEÇON

Genre Mouton (Argali, Mouflon, Mouton domestique). Laine. Mérinos. Commerce. Genre Boeufs (Boeuf ordinaire, Aurochs, Buffle, Bison, Yack). Usage des boeufs. Lait. Beurre. Fromage. Cuir.

Ordre des Cétacés. Caractères zoologiques. Particularités d'organisation. Moeurs. Division en deux familles. *Cétacés herbivores*. Lamantins. *Cétacés ordinaires*. Appareil des Souffleurs. Genre Dauphins (Dauphin, Marsouin). Genre Narval. Genre Cachalot. Organisation. Moeurs. Blanc de Baleine. Ambre gris. Genre Baleine. Organisation et moeurs. Fanons. Graisse. Usages. Pêche de la Baleine et du Cachalot.

VINGT-DEUXIÈME LEÇON

Classe des Oiseaux. Caractères zoologiques des oiseaux. Particularités de l'organisation.

VINGT-TROISIÈME LEÇON

Oeufs. Incubation. Nids. Migrations. Classification.

VINGT-QUATRIÈME LEÇON

Ordre des Rapaces. Caractères zoologiques. Moeurs. Division en deux familles.

Famille des Diurnes. Caractères zoologiques et moeurs des Vautours (Vautour fauve. Roi des vautours. Condor. Percnoptère d'Égypte). Griffons. Genre des Faucons. Division en deux groupes, nobles et ignobles. Fauconnerie. (Faucon ordinaire. Aigles. Aigles pêcheurs. Éperviers. Milans. Buses. Busards. Caractères et moeurs).

Famille des Nocturnes. Caractères et moeurs (Hiboux, Effraie, Duc).

VINGT-CINQUIÈME LEÇON

Ordre des Passereaux. Caractères zoologiques. Moeurs. Division en cinq familles.

Famille des Dentirostres. Pie-grièche, Gobe-mouches, Cotingas, Merles, Grives, Cincles, Lorient, Lyres, Becs-fins (tels que Rossignols, Fauvettes et Roitelets).

Famille des Fissirostres. Hirondelles. Moeurs (Hirondelle proprement dite, Martinet). Engoulevents. Moeurs.

Famille des Conirostres. Alouettes. Mésanges. Bruants. Moineaux. Corbeaux (Corbeau proprement dit, Choucas, Pie, Geai). Oiseaux de Paradis.

VINGT-SIXIÈME LEÇON

Famille des Tenuirostres. Sittelles. Grimpereaux. Colibris.

Famille des Syndactyles. Guépriers. Martins-pêcheurs. Calaos.

Ordre des Grimpeurs. Caractères zoologiques. Pics. Torcols. Coucous. Toucans. Perroquets.

Moeurs. (Aras, Perruche, Perroquet proprement dit)

VINGT-SEPTIÈME LEÇON

Ordre des Gallinacés. Caractères zoologiques. Moeurs. Alectors. Paons (Paon domestique). Dindon. Pintade. Genre Faisan (Coq domestique, Faisan commun, Faisan doré). Genre Tétrins (Coq de bruyère, Perdrix, Caille). Genre Pigeon. Moeurs. Pigeons voyageurs.

VINGT-HUITIÈME LEÇON

Ordre des Échassiers. Caractères zoologiques. Moeurs. Division en huit familles.

Famille des Brevipennes. Autruche. Organisation. Moeurs. Casoars.

Famille des Pressirostres. Outardes. Pluviers. Vanneaux.

Famille des Cultrirostres. Grues (Grue commune). Hérons (Héron commun). Cigognes (Cigognes communes). Spatule.

Famille des Longirostres. Genre Bécasse. Ibis (Ibis sacré). Bécasses (Bécasse ordinaire, Bécassin). Avocettes.

Famille des Macroductyles. Râles. Poules d'eau.

Famille des Flamants. Flamants ordinaires. Moeurs.

VINGT-NEUVIÈME LEÇON

Ordre des Palmipèdes. Caractères zoologiques. Moeurs. Division en quatre familles. *Famille des Plongeurs.* Plongeurs (Grèbes).
Pingouins. Manchots.

Famille des Longipennes. Pétrels. Albatros. Goélands. Hirondelle de mer.

Famille des Totipalmes. Genre Pélican (Pélican proprement dit). Organisation. Moeurs. Frégates. Fous.

Famille des Lamellirostres. Genre Canards. Cygnes. Oies. Canards. Eiders. Genre Harles.

Remarques : Dans le sixième cahier d'histoire naturelle (date non indiquée, mais le septième cahier est daté de 1838 comme indiqué plus loin ; donc entre 1833 et 1838) de Milnes EDWARDS et Achille COMTE, voici la table des matières. Pas d'indication sur le niveau des élèves. (c'est un ouvrage magnifique, écriture manuscrite, et avec des dessins).

2^e année (Classe de 5^e)

Histoire des reptiles, des poissons et des mollusques

Ordre des chéloniens et des batraciens

Ordre des sauriens

Ordre des ophiidiens

Ordre des acanthoptérygiens

Ordre des malacoptérygiens abdominaux

Ordre des malacoptérygiens, sabbathiens, apodes, lophobranches et plectognathes

Ordre des sturioniens, des sélaciens et des suceurs

Embranchement des mollusques

Classe des céphalopodes et des acéphales

Classe des gastéropodes

Histoire des animaux articulés

Classe des annélides

Classe des crustacés

Classe des arachnides

Classe des insectes

Ordre des aptères

Ordre des coléoptères

Ordre des orthoptères et des diptères

Ordre des hémiptères et des névroptères

Ordre des hyménoptères et des lépidoptères

Embranchement des rayonnés

Botanique

Organes élémentaires

Tige et racine

Bourgeons et feuilles

Inflorescence et greffe

Fleur

Fruit

Système de Linné

Méthode de Jussieu

Géologie

Histoire des révolutions du globe

VINGT-SIXIÈME LEÇON.

Notions générales sur l'écorce du globe. Mode de formation des terrains.

VINGT-SEPTIÈME LEÇON.

Fossiles animaux et végétaux.

Résumé sur les révolutions du globe:

Première époque géologique: *Terrains primitifs ou primordiaux*:

Deuxième période: *Terrains de transition*

Troisième période: *Terrains carbonifères*

Quatrième période: *Terrains salsifères*

Cinquième période: *Terrains jurassiques*

Sixième période: *Terrains créacés*

Septième période: *Terrains tertiaires*

Huitième période: *Terrains modernes*

VINGT-HUITIÈME LEÇON.

Phénomènes volcaniques. Tremblements de terre. Terrains massifs ou ignés.

VINGT-NEUVIÈME LEÇON.

Classification des terrains

Exemples du mode de superposition des terrains de sédiment.

TRENTE-TROISIÈME LEÇON.

Des mines; houille, tourbe, pierres précieuses.

Des sources et des puits artésiens

* * * * *

PROGRAMME DE ZOOLOGIE

(Bac ès sciences mathématiques et Bac ès sciences physiques)

(arrêté du 3 février 1837)

Questions générales

Définition générale des corps organisés animaux, par comparaison avec les corps organisés végétaux, et avec les corps inorganisés, en ayant successivement égard:

- 1) À la composition chimique ou moléculaire,
- 2) À la structure anatomique ou textulaire,
- 3) À la forme considérée d'une manière générale, et aux limites dont elle est susceptible,
- 4) À l'origine, à la formation ou naissance,
- 5) Au mode d'accroissement, par suite de la nutrition,
- 6) Au mode de destruction, de décomposition, par suite de la mort.

Définition de ce que l'on entend par caractères en général et par caractères naturels, artificiels, positifs, négatifs, et par subordination de caractères, pour parvenir à la conception et à l'établissement d'une disposition méthodique des animaux.

Exposition des principes des différentes sortes de distribution méthodique des animaux, connues sous le nom de systèmes, de méthode systématique, dichotomique, de méthode naturelle, et, par suite de ce qu'on entend, ou doit entendre par individu, variété, genre, famille, ordre, classe, embranchement, type et règne.

Donner la définition et les principes de la nomenclature, appliquée à la dénomination et à la classification méthodique des animaux.

Donner une idée générale de ce que l'on entend par distribution géographique des animaux à la surface de la Terre, ou de la géographie zoologique.

Questions spéciales

Quelles sont les différences principales que présentent les animaux considérés sous le rapport de la forme générale et du volume
Quels sont les éléments anatomiques qui entrent dans la composition des animaux, et qu'entend-on par solides, liquides, produits ? Qu'est-ce qu'une fibre, un tissu ? Combien distingue-t-on de tissus dans les animaux, et dans quel ordre doivent-ils être classés ?

Qu'est-ce qu'un parenchyme ?

Qu'est-ce qu'un organe ?

Qu'est-ce qu'un appareil ?

Quels sont les principaux appareils qui constituent la machine animale et quelles sont les fonctions qu'ils exécutent ?

Qu'entend-on par fonctions et appareils de la vie animale et de la vie organique ? Donner un exemple en définissant comparativement ce que c'est que l'absorption, l'exhalation, la sécrétion, la sensation, la locomotion.

Donner l'analyse de quelques-uns des appareils et de leurs fonctions comme celui de la vision et de l'audition dans le système sensoriel, de la production de la voix, de la marche, du vol, de la natation dans le système locomoteur, de la digestion, de la respiration, de la circulation dans le grand appareil de la nutrition.

Qu'entend-on par série ou échelle animale ?

Analyser les principaux systèmes de zoologie et les principes sur lesquels ils reposent.

Faire connaître les principales différences extérieures et intérieures qui distinguent les grandes divisions du règne animal, mammifères, oiseaux, reptiles, amphibiens, poissons, insectes, mollusques, zoophytes, et les principes de distribution systématique des espèces qu'elles renferment.

Donner enfin quelques exemples de l'emploi de la méthode naturelle appliquée à la distribution géographique des animaux et à l'économie domestique.

PROGRAMME D'ANATOMIE, DE PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE ET DE BOTANIQUE

Qu'est-ce que le végétal ? Qu'a-t-il de commun avec l'animal et le minéral ? En quoi diffère-t-il de l'un et de l'autre ?

Nommer, définir, décrire, selon l'ordre de leur apparition, les organes simples ou composés de la végétation et de la reproduction.

Ce qu'on entend par ces mots : tissu végétal. Faire connaître la forme primitive de ce tissu et les principales modifications que souvent il éprouve en vieillissant.

Comment, dans la généralité des espèces, il existe un certain accord plus ou moins sensible entre la répartition des diverses modifications du tissu, et les trois grandes divisions admises par tous les phytologistes, de végétaux acotylédonés, monocotylédonés et dicotylédonés, de sorte que, pour l'ordinaire, on peut reconnaître à laquelle des trois divisions appartient une espèce, par la seule inspection de sa structure interne.

Dire ce qu'on sait touchant les principaux phénomènes de la vie végétale, tels que l'absorption, la transpiration, la respiration, le mouvement et l'élaboration des fluides, la nutrition, l'accroissement de parties anciennes, l'apparition de parties nouvelles, la formation des ovules avec ou sans le concours de la fécondation, la gestation durant laquelle l'ovule fécondé passe à l'état de graine, la germination, la tendance des racines vers le centre de la terre et des tiges vers le ciel, les maladies, la mort, etc.

Décrire les mouvements particuliers qui se manifestent à l'extérieur dans plusieurs organes, et discuter les hypothèses par lesquelles on a essayé de les expliquer.

Montrer la parfaite convenance de certaines dispositions organiques pour l'accomplissement des phénomènes de l'absorption, de la transpiration, etc., et indiquer, autant que le permettent les progrès de la science, l'influence qu'exercent sur ces phénomènes les agents extérieurs pondérables ou impondérables.

Que doit-on entendre par ces mots : Caractères botaniques ? D'après quelles données est-on convenu de mesurer l'importance relative de ces caractères, et par conséquent de les subordonner les uns aux autres. Appréciation des résultats plus ou moins satisfaisants obtenus par ce procédé.

Définir d'après les auteurs les plus accrédités, l'individu, l'espèce, la variété, le genre, la famille, et mettre en lumière, à l'aide de quelques exemples bien choisis, ce qu'il y a de positif ou d'hypothétique dans les définitions.

Qu'est-ce que les classifications botaniques, dites méthodes ou systèmes, considérées sous le point de vue le plus général ?

Dans l'état actuel de la phytologie, peut-on, comme on le fait souvent en zoologie, démontrer la nécessité de la co-existence des principaux caractères employés comme base de méthodes ? Donner l'analyse des Méthodes de Tournefort, de Linné, de Jussieu, et en montrer l'utilité pratique.

Indiquer sommairement la distribution des races végétales à la surface du globe, et les principales causes qui président à cet arrangement.

Enfin, donner des notions générales sur l'emploi des végétaux pour les besoins et les jouissances de l'espèce humaine.

PROGRAMME DE MINÉRALOGIE

Quelles sont les différences principales qu'on observe entre les corps bruts et les corps organisés ?

Quelles sont les formes essentielles des corps bruts ?

Quelles sont les différences principales des six groupes auxquels on peut rapporter toutes les formes cristallines ?

Qu'entend-on par clivage et structure régulière ?

En quoi consistent les structures irrégulières ?

Quelles sont les autres propriétés physiques que présentent les minéraux ?

De combien de manières les corps bruts peuvent-ils différer les uns des autres sous le rapport des mêmes éléments ?

L'analyse seule suffit-elle toujours pour établir clairement la différence que les corps présentent ?

Lorsqu'elle ne suffit pas, comment y supplée-t-on ?

Quels sont les degrés relatifs d'importance qu'on peut attribuer aux diverses propriétés des minéraux ?

Quelles sont celles de ces propriétés qu'on peut plus particulièrement employer comme caractères ?

Définition de l'espèce minérale.

Que doit-on entendre par genre en minéralogie ?

Peut-on former quelques autres groupes naturels de minéraux ?

Quels sont les principaux minéraux qui composent les formations cristallines du globe, et ceux qui se trouvent dans les formations sédimentaires ?

Quelles sont les principales applications des minéraux aux besoins de la société ?

PROGRAMME DE GÉOLOGIE

Quelle est la forme de la Terre ?

Quelles conséquences générales peut-on tirer du degré d'aplatissement de la Terre à ses pôles ?

Quelle est, à peu près, l'épaisseur de la partie extérieure connue du globe terrestre relativement au diamètre de celui-ci ?

Qu'entend-on par roche, dépôt, stratification, superposition, par fossiles, formation, terrain, sol ?

En comparant les roches aux produits actuellement formés par les eaux et les volcans, peut-on les distinguer en roches de formation aqueuse et roches de formation ignée ?

Quels sont les caractères particuliers de ces deux modes de formation ?

Comment reconnaît-on l'âge relatif des divers dépôts formés par les eaux ?

Les mêmes moyens peuvent-ils servir pour classer dans l'ordre de leur ancienneté les dépôts d'origine ignée ? Donner une idée de la composition et de la structure du terrain qui renferme la houille.

Indiquer les principales conditions de composition et de structure du sol favorables à la recherche et à la découverte des sources et des eaux jaillissantes.

Dire dans quelles formations et dans quels terrains se rencontrent les divers minerais métalliques, les dépôts charbonneux, les marbres, le sel gemme, le gypse, les pierres lithographiques, les pierres à chaux hydraulique, les argiles à porcelaine et à poterie, les marnes à amender.

* * * * *

PROGRAMME D'HISTOIRE NATURELLE DANS LES COLLÈGES

CLASSE DE PHILOSOPHIE.

(arrêté du 4 septembre 1840)

NOTIONS PRÉLIMINAIRES

I. Considérations générales sur les corps et sur la distinction à établir entre les corps bruts et les êtres organisés.

Caractères généraux de ces derniers tirés 1) de la composition chimique; 2) de la structure; 3) de la forme; 4) de l'origine; 5) du mode d'existence (nutrition et accroissement); 6) du mode de destruction.

Considérations sur la manière d'étudier les corps organisés.

Anatomie. Physiologie. Classification. Moeurs. Distribution géographique. Usages.

Division des êtres organisés en deux groupes : le règne animal et le règne végétal. Base de cette division. Zoologie; botanique.

RÈGNE ANIMAL

Caractères généraux des animaux.

Notions préliminaires sur les tissus dont se compose le corps des animaux. Définition des mots: organe, appareil, fonction.

Coup d'oeil sur l'ensemble des phénomènes qui se manifestent chez les animaux vivants. Classification des fonctions.

II. Histoire des principales fonctions, considérées d'une manière comparative dans toute la série animale.

Fonctions de nutrition.

Absorption et exhalation. Digestion.

III. Sang et circulation.

IV. Respiration.

V. Assimilation. Secrétions, excréments. Chaleur animale.

VI. Fonctions de relation. Système nerveux. Sensibilité. Sens du toucher, du goût, de l'odorat, de l'ouïe, de la vue.

VII. Mouvements; organes moteurs (muscles); organes passifs: 1) chez les animaux dépourvus de parties dures servant de levier ; 2) chez les animaux renfermés dans un squelette tégumentaire ; 3) chez les animaux pourvus d'un squelette intérieur.

Notions sur le squelette; os; leur structure; leur forme et leur mode d'articulation; description du squelette (exemple, l'homme).

Mécanisme de la locomotion. Conformation des organes du mouvement: 1) chez les animaux destinés à marcher sur la terre ; 2) chez les animaux grimpeurs ; 3) chez les animaux destinés à nager; 4) chez les animaux destinés à voler.

VIII. Facultés instinctives de l'homme et des animaux. Exemples. Notions sur la voix, la parole, etc.

IX. Notions générales sur le mode d'organisation des animaux.

1) Rapport entre la complication plus ou moins grande de l'organisation et la perfection des facultés.

2) Transformation des mêmes parties en instruments divers appropriés à des usages différents.

3) Coordination des organes divers réunis dans un même organisme. Principe des harmonies organiques et de la subordination des caractères.

4) Tendance de la nature à ne modifier la structure des animaux que graduellement. Série zoologique ou échelle animale. Affinités naturelles des animaux.

X. Classifications zoologiques.

Application des notions précédentes à la distinction des animaux et à leur distribution méthodique.

Base de la classification naturelle des animaux : individus, espèces, genres, familles, ordres, classes, embranchements ; importance de la classification naturelle, comparée aux classifications artificielles.

Coup d'oeil sur les grandes modifications introduites par la nature dans la conformation des animaux, et représentées dans la classification méthodique par les divisions du règne animal en embranchements et en classes.

XI. Notions sur l'organisation des animaux appartenant à chacune de ces classes, et sur les principales différences qu'ils présentent dans leur structure, dans leurs fonctions et dans leurs moeurs.

Mammifères. Oiseaux.

XII. Reptiles. Poissons.

XIII. Insectes. Arachnides. Crustacés et vers. Mollusques. Zoophytes.

XIV. Coup d'oeil sur la distribution géographique des animaux.

Régions zoologiques. Influence des circonstances extérieures sur la distribution des animaux à la surface du globe (température, végétation, configuration du sol, etc...). Tendance de la nature à représenter, par des espèces distinctes, les mêmes types organiques dans des régions zoologiques éloignées, mais ayant entre elles certains points de ressemblance.

Exemples: mode de distribution géographique de quelques-uns des groupes précédemment étudiés et de quelques-uns des animaux les plus utiles à l'homme.

RÈGNE VÉGÉTAL

XV. Caractères généraux des plantes.

Structure et fonctions des végétaux.

Structure des tissus végétaux ou organes élémentaires.

Organes fondamentaux considérés dans les différentes périodes de la vie du végétal.

Classification des fonctions et des organes.

Des fonctions de nutrition ou des phénomènes de végétation.

XVI. Organes de nutrition.

Tiges; leur structure; leur mode d'accroissement.

Racines; leur structure et leur développement.

Feuilles; origine, structure, forme, disposition, développement et durée; bourgeons et branches.

XVII. Fonctions de nutrition.

Absorption;

Respiration ;

Mouvements de la sève, etc. ;

XVIII. Des fonctions de reproduction.

Comparaison des organes de la reproduction avec les organes de la nutrition.

Description de ces organes et de leurs usages. 1) Fleurs; leurs dispositions; lois de l'inflorescence ; composition d'une fleur complète; fonctions de ses parties.

XIX. 2) Fruits; leur structure, leur accroissement, leurs diverses modifications.

3) Graine considérée à ses différentes périodes d'existence et de germination.

XX. Classification des végétaux.

Emploi des notions précédentes à la distinction des végétaux.

Notions générales sur les classifications. Système artificiel et naturel : espèce, genre, famille, etc. Méthode de A. de Jussieu.

XXI, XXII et XXIII. Notions sur quelques-unes des principales familles du règne végétal, considérées comme exemples de la méthode précédente.

XXIV. Notions sur la géographie botanique.

Influence comparative des latitudes et des hauteurs ; différence des continents et des îles; distribution sur la surface du globe de quelques unes des familles précédemment exposées, et de quelques uns des végétaux les plus utiles à l'homme.

RÈGNE MINÉRAL

MINÉRALOGIE

XXV. Notions générales sur les corps bruts ou inorganiques. Considérations sur la manière de les étudier. *Caractères physiques des minéraux.*

Forme et structure essentielles et accidentelles ; changement dont elles sont susceptibles; causes de ces changements.

XXVI. Propriétés optiques. Réfraction simple et double. Rapports avec la forme : éclat et couleurs, etc.; élasticité, dureté, poids spécifique et caractères divers.

XXVII. *Caractères chimiques des minéraux.*

Composition des minéraux; ses lois; manière de les exprimer; caractères que l'on en tire. Classification des minéraux.

Application des notions précédentes à la classification des minéraux; espèces, genres, familles, etc.

XXVIII. Notions sur les principales matières minérales et sur leur manière d'être dans la nature.

GÉOLOGIE

XXIX. Notions sur la forme générale de la Terre et sur la composition de son écorce solide. Phénomènes géologiques de l'époque

actuelle. Tremblements de terre, soulèvements, volcans, alluvions, formations madréporiques, etc.

XXX. Application de ces notions à l'étude du mode de formation de la croûte solide du globe; terrains de sédiment et terrains de cristallisation ; leurs caractères.

Superposition des couches.

Notions sur les fossiles.

Âges relatifs des divers dépôts de sédiments indiqués par la nature des fossiles, les rapports de superposition, les différences d'inclinaison, etc.

XXXI. Notions sur les principaux dépôts de sédiments; notions sur les terrains de cristallisation; principales roches de cristallisation; leur mode de formation et leur apparition à diverses époques; influence de ces roches sur les dépôts de sédiment.

XXXII. Notions sur les grands dépôts de combustibles, de matières salines et de minerais; gisement des pierres précieuses.

Sources et puits artésiens.

XXXIII. Résumé sur les révolutions du globe et coup d'œil sur les animaux et les végétaux qui en peuplaient la surface aux diverses époques géologiques.

* * * * *

PROGRAMME SCIENTIFIQUE DE L'ENSEIGNEMENT SPÉCIAL DE 1848 (*EXTRAITS*)

HISTOIRE NATURELLE¹

Deuxième année

PHYSIOLOGIE

1. De l'histoire naturelle en général. Ses divisions. Ses diverses applications à l'économie domestique, à l'agriculture, à l'industrie, à l'hygiène, aux premiers secours à donner aux blessés, asphyxiés, etc.
2. Notions générales sur la structure des animaux et les fonctions de leurs organes.
3. Description du squelette considéré comme charpente du corps humain et comme devant fournir des éléments indispensables pour l'intelligence de toutes les fonctions.
4. Tableau sommaire des phénomènes de nutrition chez l'homme. Digestion: Structure de l'appareil de la digestion chez l'homme; fonctions des divers organes dont cet appareil se compose.
5. Phénomènes chimiques de la digestion. Rôle de l'appareil chylifère. Formation du sang.
6. Sang. Composition et usage de ce liquide. Distinction entre le sang veineux et le sang artériel. Circulation. Disposition générale de l'appareil circulatoire chez l'homme.
7. Mécanisme de la circulation. Phénomène du pouls. Accidents qui peuvent résulter de la blessure d'une artère. Hémorragies.
8. Absorption. Nature de ce phénomène; imbibition. Endosmose. Rôle du système vasculaire dans l'acte de l'absorption. Vaisseaux lymphatiques.
Exhalation. Influence des agents physiques sur cette fonction et sur l'absorption.
9. Respiration. Ses phénomènes physiques et physiologiques. Influence de l'air sur le sang. Appareil de la respiration chez l'homme. Mécanisme de la respiration.
10. Chaleur animale. Ses causes. Ses variations. Moyens de la conserver, de l'entretenir. Son importance.
11. Sécrétions. Structure et fonctions des glandes; leurs produits. En particulier, le rein, le foie; l'urine, la bile. Transpiration, sueur.
12. Fonctions de la sensibilité ; cerveau, etc. Sens : Toucher. Odorat. Goût.
13. Vue. Audition.
14. Fonctions de locomotion; mécanisme de la station, de la marche, du saut et de la natation.
15. Âges. Tempéraments. Lois de la mortalité.
16. Influence des agents physiques et des conditions d'existence sur la santé de l'homme.
17. Air atmosphérique. Ses altérations; miasmes, humidité, etc. Nécessité de la ventilation des habitations et des édifices publics. Moyens de la produire.
Asphyxies. Secours à donner aux asphyxiés.
18. Chaleur. Vêtements. Chauffage. Brûlures.

ZOOLOGIE

19. Notions sur les principales divisions du règne animal.
20. Caractères généraux de l'organisation des animaux vertébrés et de chacune des classes dont ce groupe se compose.
Mammifères. Caractères généraux de la classe. Caractères des ordres de la classe des mammifères.
21. Distribution des hommes sur le globe. Races, variétés, grandes familles de l'espèce humaine, distinguées, soit par les caractères physiques, soit par les langues. Leur délimitation géographique et leur aptitude plus ou moins grande à s'acclimater.
22. Carnassiers. Rongeurs. Insister sur l'étude des téguments. Structure des poils. Pelleteries. Peaux et cuirs.
Cétacés. Pêche de la baleine et du cachalot.
23. Pachydermes. Éléphant. Ivoire. Cheval.

¹ Le programme arrêté le 22 septembre 1847 prévoit un enseignement sur la géographie physique. Cet enseignement est remplacé par un cours d'histoire naturelle dès la rentrée 1848.

- Ruminants. Caractères généraux. Insister sur la structure de leur estomac. Notions sur l'histoire naturelle et agricole des principales espèces du genre boeuf et mouton. Cornes, laine, etc.
24. Règles de l'alimentation de l'homme, et hygiène des animaux domestiques.
Notions sur les équivalents nutritifs. Acclimatement des animaux; domestication de nouvelles espèces de mammifères.
 25. Oiseaux. Leurs caractères zoologiques. Structure des plumes. Oiseaux domestiques. Oeufs. Incubation naturelle et artificielle.
 26. Reptiles. Caractères généraux. Tortues (écaille). Serpents venimeux. Mode d'action du venin de ces animaux. Moyens d'en combattre les effets. Batraciens. Métamorphoses des grenouilles, etc.
 27. Poissons. Caractères généraux. Mode de respiration de ces animaux. Pêches de la morue, du hareng, de la sardine, du thon, du saumon, etc.
 28. Insectes. Caractères généraux. Histoire de l'abeille, de la fourmi, du ver à soie. Cochenille.
Insectes nuisibles à l'agriculture. Moyens de les combattre.
 29. Crustacés. Caractères généraux. Écrevisses. Vers intestinaux. Organisation de ces parasites. Indication des principales espèces qui se trouvent chez l'homme et chez les animaux domestiques.
Mollusques. Caractères généraux. Seiche, son encre. Limaçons. Huîtres. Mode de formation des coquille et des perles.
Zoophytes. Caractères généraux. Oursins. Polypes. Éponges.
 30. Géographie zoologique. Distribution générale des animaux sur le globe. Animaux caractéristiques des hémisphères, des zones et des parties du monde, selon les longitudes, les latitudes et les hauteurs.

Recommandations² : *L'enseignement de la physiologie et des sciences naturelles ne répondrait pas à la pensée de l'Université, si les professeurs ne prenaient pas soin de l'appuyer sans cesse sur des démonstrations effectuées à l'aide d'objets naturels conservés dans les collections de l'établissement, de dessins de grande dimension ou des modèles de M. Auzoux³. On recommande aux professeurs de choisir de préférence leurs exemples sur des êtres ou des produits naturels propres au pays où l'enseignement s'effectue, et de réunir les collections locales les plus complètes, afin de familiariser leurs élèves avec la connaissance de toutes les ressources de la contrée.*

Les promenades des élèves, dirigées avec intelligence, deviendront, par là, une occasion pour chacun d'eux d'appliquer sans cesse les notions qu'il aura recueillies, et de récolter des produits qui serviront à former ou à enrichir la collection destinée à l'enseignement. [...]

Troisième année

GÉOLOGIE

Pendant la durée de ses leçons, le professeur mettra à profit les promenades des élèves pour les conduire dans les localités à leur portée, qui seraient de nature à leur offrir des sujets d'étude géologique bien caractérisés.

Il insistera, dans son cours, sur tous les faits consignés dans la carte géologique du département, qui devra faire la matière de quelques conférences spéciales.

1. Notions sur la forme générale de la Terre et sur la composition de son écorce solide. Roches. Terrains. Fossiles.
Mode de formation des terrains. Terrains massifs ou de formation ignée.
Terrains stratifiés ou de formation aqueuse. Rapports de stratification et de superposition des dépôts formés par les eaux.
Comment on détermine l'âge relatif des couches sédimentaires. À quels signes on peut reconnaître la contemporanéité ou la différence d'âge des dépôts.
2. Phénomènes géologiques de l'époque actuelle. Tremblements de terre. Soulèvements et affaissements ; volcans ; solfatares.
Effets produits par les glaces polaires, les glaciers, les eaux courantes. Blocs erratiques. Cailloux roulés. Alluvions.
3. Dépôts formés tranquillement par les eaux douces et par les eaux marines. Couches coquillières. Bancs de coraux et de madrépores.
Tourbières.
Divisions naturelles du sol de sédiment en terrains de différents âges, d'après les caractères tirés du changement de nature des dépôts et des fossiles, et des différences de stratification.
4. Notions générales sur les terrains qui correspondent aux grandes périodes géologiques. Indiquer les matières utiles ainsi que les fossiles les plus remarquables qu'on y rencontre.
Terrains de sédiments anciens. Ardoises, quartzites, grès, calcaires. Dépôts d'anthracite et de houille. Fossiles animaux et végétaux.
5. Donner une idée de la composition et de la structure du terrain qui renferme la houille. Étendue des bassins houillers en France, en Belgique et en Angleterre.
6. Terrains de sédiments moyens. Grès, schistes bitumineux et grès rouges, grès bigarrés; argiles, marnes et calcaires. Calcaire pénién; calcaire conchylien. Divers calcaires jurassiques et crétacés ; amas de gypse et de sel gemme.
Fossiles principaux des terrains moyens.
7. Terrains de sédiments supérieurs. Argile plastique. Calcaire grossier, amas de gypse et de sel gemme. Grès de Paris. Calcaire d'eau douce et meulière. Dépôts de lignite. Minerais de fer en grains.
Fossiles principaux des terrains supérieurs.
8. Terrains d'alluvion. Alluvions anciennes. Alluvions modernes. Dépôts de tourbe.
9. Terrains de cristallisation. Roches métamorphiques. Granits. Porphyres. Basaltes. Laves modernes. Pouzzolanes. Amas. Filons. Couches métallifères.

² Terme ajouté par les auteurs

³ Les modèles du Dr AUZOUX pour l'enseignement de l'Anatomie et de l'Histoire naturelle, créés à partir de 1822, ont connus un grand succès en France et à l'étranger. La maison existe toujours de nos jours.

10. Sources de bitume. Eaux minérales et thermales. Sources ordinaires et puits artésiens.
11. Résumé sur les principales révolutions du globe pendant la formation des dépôts sédimentaires.
12. Géographie minéralogique. Distribution générale des masses minérales à la surface actuelle du globe, et position des minéraux les plus importants, soit à cette surface, soit dans les couches de l'écorce terrestre.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE

13. Notions générales sur la structure des végétaux et les fonctions de leurs organes.
Tissus végétaux. Leur structure. Cellules, fibres et vaisseaux. Leur rôle dans la fabrication des étoffes et des papiers.
14. Tige. Structure de la tige d'un arbre dicotylédone, moelle, bois, aubier, écorce, etc. Structure de la tige d'un palmier. Bois. Notions précises sur les divers bois employés dans les arts, et sur le rôle que joue leur structure anatomique dans les applications dont ils sont l'objet. Bois résineux. Bois colorants.
Écorces. Leur structure. Écorces employées dans les arts.
15. Racines. Structure anatomique comparée à celle des tiges. Racines adventives. Boutures. Notions sur les principales racines sucrées, féculentes, tinctoriales, etc.
16. Feuilles. Leur structure et leur position sur la tige.
Feuilles employées pour l'agriculture et l'industrie. Rôle que jouent leur composition chimique et leur structure anatomique dans leurs usages.
Bourgeons : Caïeux. Bulbilles.
Ramification ; Ses règles et ses accidents. rhizomes, bulbes, tubercules, nodules, épines, fasciations, vrilles, piquants, aiguillons, etc.
17. Respiration diurne, nocturne.
Absorption : Preuve de l'absorption par les racines. Causes de l'absorption. Sève ascendante. Transpiration. Effets de la sève sur la durée des bois, sur l'époque de leur abattage. Procédés d'injection et de coloration. Sève descendante. Mouvement du latex.
Accroissement des végétaux. Plantes endogènes et exogènes. Sécrétions et phénomènes chimiques de la nutrition. Production des matières amylacées, sucrées, grasses, etc.
18. Floraison. Disposition et structure des fleurs.
Fonctions des fleurs. Rôle de quelques-unes de leurs parties dans les arts ou dans l'économie domestique.
19. Fruits. Notions particulières sur les principaux fruits utiles de la France. Graine: sa structure. Germination, sa marche et ses phénomènes.

BOTANIQUE

- 20 à 25. Notions sur la classification des végétaux. Méthode naturelle. Familles.
Caractères et divisions principales des acotylédones, des monocotylédones, des dicotylédones. Étude particulière de quelques-unes des familles les plus utiles : graminées, crucifères, légumineuses, rosacées, etc.

NOTIONS AGRICOLES

Le professeur s'appliquera à faire connaître à ses élèves les méthodes de culture propres au pays où le lycée se trouve placé. À mesure qu'il en décrira les pratiques, il appellera leur attention sur les localités où ils pourront en observer l'application et en constater les effets.

Il s'attachera à former une collection des produits agricoles de la contrée, des insectes nuisibles à l'agriculture locale, ainsi que des principaux objets fournis par les industries agricoles proprement dites, qui s'exercent dans le pays.

26. Applications de la physiologie à la culture. Soudures. Greffes, etc. Notions sur leur emploi en agriculture et en horticulture. Notions générales d'agriculture. Du sol. Sa composition chimique. Influence qu'elle exerce.
27. Amendements, engrais, leur rôle et leur préparation. Labours, leur rôle et la limite de leur efficacité.
28. De l'eau. Irrigations. Leurs avantages. Dessèchements. Assolements.
29. De la température et de la lumière. Effets qu'elles produisent. Saisons. Climats, Leur influence sur la nature des cultures.
30. Géographie botanique. Distribution générale des végétaux sur le globe et lois de cette distribution en longitude et en latitude, horizontalement et verticalement, selon les hémisphères, les zones, les parties du monde, et les différentes hauteurs.

* * * * *

Programmes des lycées (1852)

Notions générales d'histoire naturelle **Classe de Rhétorique** *(division supérieure, section lettres)*

ZOOLOGIE

1. Comparaison, sommaire de l'organisation et des fonctions des animaux et des végétaux. Division des diverses fonctions des animaux. Exposition des principaux organes qui concourent à ces fonctions et des tissus qui les constituent.
2. *Fonctions de nutrition*. Digestion. Description sommaire de l'appareil digestif et de ses annexes. Structure et développement des dents. Mastication et déglutition.
3. Nature diverse des aliments. Phénomènes chimiques de la digestion. Sécrétions qui y concourent. Absorption par les veines et les vaisseaux chylifères.
4. *Circulation*. Sang ; composition et usages de ce liquide. Appareil circulatoire, coeur, artères et veines. Mécanisme de la circulation. Principales modifications de l'appareil circulatoire dans le règne animal.
5. *Respiration*. Phénomènes chimiques essentiels. Appareil respiratoire des mammifères. Mécanisme de l'inspiration et de l'expiration. Théorie actuelle de la respiration. Chaleur animale. Asphyxie. Respiration pulmonaire, branchiale et trachéenne. Animaux à sang chaud et à sang froid.
6. *Sécrétions et exhalation*. Glandes, peau, membranes muqueuses et séreuses. Assimilation des phénomènes de nutrition.
7. *Fonctions de relation. Organes du mouvement*. Composition générale du squelette; structure et formation des os. Articulations. Muscles, leur structure et leur mode d'action.
8. Principales modifications de l'appareil locomoteur dans les divers animaux pour la marche, le vol, la natation et la reptation. Organe de la voix et de la production des sons en général.
9. *Système nerveux* Indication des parties qui le constituent essentiellement. Fonctions du système nerveux: Nerfs moteurs et sensitifs. Différences essentielles du système nerveux dans les divers embranchements du règne animal.
10. *Organes des sens*. Toucher, odorat, goût.
11. Organes de l'ouïe et de la vue. Phénomènes de la vision.
12. *Classification du règne animal*. Organisation générale des mammifères, leur division en ordres et familles. Sécrétion et nature du lait.
13. Organisation générale des oiseaux, des reptiles et des poissons. Structure des oeufs.
14. Organisation générale des animaux annelés (insectes, arachnides, crustacés, annélides), production de la soie et de la cire.
15. Organisation générale des mollusques et zoophytes. Nacre, perles, corail, éponges.

BOTANIQUE

16. Caractères généraux des végétaux, organes essentiels qui les constituent. *Organes de la nutrition*. De la tige et de la racine, de leur structure et des tissus élémentaires qui les composent. Racines adventives, boutures.
17. Des feuilles, de leur structure, de leurs mouvements. Modifications principales des tiges, des racines et des feuilles. Bourgeons, tubercules et bulbes.
18. Nutrition des végétaux. Absorption par les racines; ascension de la sève. Respiration des feuilles et des autres parties vertes. Étiollement.
19. Suc propres. Matières sécrétées ou élaborées dans les végétaux, sucre, fécule, résines, huiles, etc. Accroissement des tiges des végétaux dicotylédones. Greffes.
20. *Organes de la reproduction*. De la fleur ; parties qui la constituent et leurs principales modifications dans les divers végétaux.
21. De la fécondation et du développement du fruit. Mode de respiration, chaleur et mouvements de quelques organes des fleurs.
22. Structure de la graine. Nature amylacée ou huileuse du périsperme ou de l'embryon. Téguments; coton. Germination ; phénomènes chimiques ; développement de la jeune plante; cotylédons.
23. *Classification artificielle et naturelle des végétaux* ; Des dicotylédones et de quelques unes de leurs familles, rosacées, crucifères, ombellifères, papilionacées, solanées, composées, amentacées, conifères.
24. Des monocotylédones et de quelques-unes de leurs familles, liliacées, palmiers, graminées.
25. Des acotylédones ou cryptogames, de leur structure particulière et de quelques unes de leurs familles.

NOTA. Ces exemples de familles naturelles devraient être complétés par quelques démonstrations pendant les herborisations.

GÉOLOGIE

26. Constitution générale des parties solides de la surface de la Terre. Nature et disposition des roches qu'on y observe; mode de dépôt et stratification. Présence ou absence des corps organisés fossiles.
27. Phénomènes actuels propres à faire comprendre les phénomènes géologiques. Dépôts sédimenteux et concrétions. Phénomènes de transport. Torrents, fleuves, glaciers.
28. Phénomènes volcaniques. Nature et disposition des roches qu'ils produisent. Leur action physique et mécanique. Chaleur centrale. Sources thermales et puits artésiens.
29. Succession des divers dépôts de sédiment ou terrains régulièrement stratifiés. Terrains de sédiment inférieurs ou secondaires et spécialement terrains houillers; terrains salifères; grès bigarrés, calcaires jurassiques, craie. Leurs fossiles les plus remarquables.

30. Terrains de sédiment supérieurs ou tertiaires, leur division en bassin; formations marines et d'eau douce. Lignite et gypse. Corps organisés fossiles, animaux et végétaux qui les caractérisent. Terrains de transport; diluvium et blocs erratiques. Cavernes à ossements.
31. Terrains en masse non stratifiés. Roches cristallines ou compactes qui les composent; leur disposition relativement aux terrains de sédiment. Terrains primitifs et terrains ignés anciens. Granite, porphyres, etc. Volcans éteints; leur analogie avec les volcans actuels. Basaltes, laves.
32. Influence des terrains d'origine ignée sur les terrains stratifiés. Filons. Soulèvements. Epoques relatives de soulèvement des principales chaînes de montagnes.
33. Résumé. Succession générale des êtres organisés et changement de la forme de la surface de la Terre pendant les diverses périodes géologiques. Position dans les couches de la Terre des principales substances minérales utiles.

(division supérieure, section sciences)
Classe de troisième

Notions générales et principes de classifications

1. Notions générales sur les caractères distinctifs des minéraux, des végétaux et des animaux. Du règne animal; principaux organes qui entrent dans la composition du corps animal. Organes de la digestion, de la circulation et de la respiration.
2. Organe du mouvement et de la sensibilité. Squelette interne ou externe. Muscles et tendons. Nerfs. Organes des sens et de la voix. Peau et ses dépendances. Poils, écailles, plumes.
3. Classification générale du règne animal. Sa division en quatre principaux groupes ou embranchements. Division des animaux vertébrés en classes.
4. Division des mammifères en ordres; exemples de quelques familles ou genres d'animaux indigènes remarquables.
5. Principaux groupes des oiseaux, reptiles et poissons. Exemples pris parmi les espèces les plus vulgaires.
6. Division des animaux articulés en classes. Crustacés, annélides, arachnides. Exemples choisis parmi les insectes utiles ou nuisibles.
7. De la classe des insectes; de ses principaux ordres et de leurs métamorphoses. Exemples pris parmi les insectes utiles ou nuisibles à l'agriculture les plus importants.
8. Des mollusques et des zoophytes: exemples pris parmi les espèces nuisibles ou utiles.
9. Notions générales sur les organes qui constituent les végétaux. De la racine, de la tige et des feuilles et de leurs principales modifications; bourgeons, bulbes, tubercules, bractées et inflorescence.
10. De la fleur, du fruit et de la graine. Diverses parties qui les constituent; leurs modifications essentielles. Principaux caractères qu'ils fournissent pour la classification.
11. De la classification du règne végétal. Espèce, genre et variétés. Des classifications artificielles. Système de Linné; son application à la détermination des plantes.
12. De la méthode naturelle appliquée au règne végétal. Familles naturelles. Division générale en dicotylédones, monocotylédones et acotylédones ou cryptogames. Division des dicotylédones en polypétales, monopétales et apétales.
13. Exemples de familles de plantes dicotylédones polypétales prises parmi les plus nombreuses et les plus importantes de celles de notre pays (crucifères, malvacées, rosacées, papilionacées, ombellifères).
14. Exemples de familles de plantes dicotylédones monopétales et apétales, choisies comme les précédentes (bruyères, solanées, labiées, composées, chénopodées, amentacées, conifères).
15. Exemples de familles de plantes monocotylédones, choisies comme les précédentes (liliacées, iridées, joncées, palmiers, graminées).
16. Exemples de familles de plantes acotylédones ou cryptogames, choisies comme les précédentes (fougères, prêles, mousses, algues, lichens, champignons).

Nota. Pour toutes ces familles, indiquer leur rapport avec la classification linnéenne qui peut faciliter aux élèves la détermination des plantes de la campagne et signaler les espèces importantes par leurs produits agricoles ou industriels.

17. Indication des roches les plus vulgaires qui entrent dans la composition des couches du globe; leur dénomination et leurs caractères extérieurs les plus frappants; leur disposition habituelle en couche ou en masse. Montrer quelques exemples de fossiles qu'elles peuvent renfermer.

Nota. Faire connaître surtout les roches qui entrent dans la constitution de la contrée où l'enseignement a lieu.

Classe de rhétorique

ZOOLOGIE ET PHYSIOLOGIE ANIMALE

1. Comparaison sommaire de l'organisation et des fonctions des animaux et des végétaux. Exposition générale des divers organes qui constituent un animal; relation de leurs diverses fonctions; description des principaux tissus qui les composent.
2. Fonctions de nutrition. Description de l'appareil digestif et de ses annexes. Structure et développement des dents. Mastication et déglutition.
3. Nature des aliments. Phénomènes chimiques de la digestion. Sécrétions qui y concourent. Absorption par les veines et les vaisseaux chylifères.
4. Sang: composition et usages de ce liquide; phénomènes généraux de la circulation. Appareil circulatoire: coeur, artères, veines.

5. Mécanisme de la circulation; explication des phénomènes du pouls. Indication sommaire des principales modifications de l'appareil circulatoire dans l'ensemble du règne animal.
6. Respiration. Phénomènes chimiques. Appareil respiratoire des mammifères. Mécanisme de l'inspiration et de l'expiration. Asphyxie.
7. Indication du mode de respiration chez les autres animaux terrestres et aquatiques. Respiration trachéenne, branchiale, cutanée. Chaleur animale. Animaux à sang chaud et à sang froid.
8. Sécrétions et exhalation. Glandes, peau, membranes muqueuses et séreuses. Assimilation. Résumé des phénomènes de nutrition.
9. Fonctions de relation. Organes du mouvement. Composition générale du squelette. Structure et formation des os. Articulations. Muscles; leur structure et leur mode d'insertion.
10. Mécanisme des mouvements. Modifications de l'appareil locomoteur pour servir à la marche, au vol, à la natation et à la reptation dans les divers animaux. Organes producteurs des sons. Voix.
11. Système nerveux: indication des parties qui le constituent essentiellement. Fonctions du système nerveux. Nerfs moteurs et sensitifs.
12. Organes des sens. Organes du toucher, du goût et de l'odorat.
13. Organes de la vue et de l'ouïe. Fonctions de leurs parties essentielles.
- 14, 15. Organisation générale des mammifères, des oiseaux, des reptiles et des poissons. Sécrétion du lait; structure des œufs.
- 16, 17. Organisation générale des animaux annelés (insectes, arachnides, crustacés, annélides), des mollusques et des zoophytes. Production de la soie et de la cire. Nacre et production des perles. Corail; éponges.

BOTANIQUE ET PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE

18. Exposition générale des organes qui constituent un végétal; leurs diverses fonctions. Parties élémentaires ou tissus qui les composent. Tissu cellulaire. Tissu ligneux et fibres textiles. Vaisseaux de la sève et du suc propre. Composition chimique de ces tissus.
19. Organes de la nutrition ou de la végétation; leur développement lors de la germination. Racines; leurs structure et leurs fonctions. Absorption. Racines adventives. Boutures. Racines charnues alimentaires.
20. Feuilles; leur origine sur la tige; leur disposition relative. Bourgeons, écailles, stipules. Leur structure essentielle et ses principales modifications. Fonctions des feuilles: exhalation aqueuse et respiration; leur résultat et influence de la respiration diurne et nocturne sur l'air ambiant. Étiollement.
21. Tiges. Structure de la tige dans les dicotylédones et les monocotylédones. Tiges souterraines; bulbes et tubercules. Circulation de la sève. Accroissement des tiges ligneuses des dicotylédones. Greffes et incision annulaire.
22. De la nutrition des végétaux en général. Sécrétion ou élaboration de substances diverses dans leurs tissus et leurs organes sécréteurs. Sucre, fécule, gomme, huiles, résines, cires, sucs propres, caoutchouc, lait végétal, opium, matières colorantes, etc.
23. Organes de la reproduction. Divers modes de reproduction; reproduction par gemmes ou bulbilles. De la fleur en général. Principales formes de l'inflorescence. Bractées et enveloppes florales. Calice et corolle ; leurs modifications essentielles.
24. Étamines et pistils; leur structure essentielle et leurs rapports de position dans la fleur.
25. Fonctions de ces organes. Circonstances qui influent sur la floraison et sur la fécondation. Couleur des fruits. Chaleur développée dans certaines fleurs. Sécrétions des nectaires. Mouvement de feuilles et de certains organes des fleurs.
26. Développement et structure des diverses sortes de fruits secs ou charnus. Développement et structure de la graine et des parties qui la composent. Téguments et leurs appendices (coton, etc.). Périspermes farineux et huileux. Embryon.
27. Germination. Changements chimiques dans la graine. Formation du sucre dans les céréales. Alcools de grain et bière. Développement de l'embryon et structure de la jeune plante.
28. Structure comparée des dicotylédones, des monocotylédones et des acotylédones ou cryptogames.

GÉOLOGIE

29. Constitution générale des parties solides de la surface de la terre. Disposition des roches qu'on y observe. Leur nature cristalline ou sédimentaire. Présence ou absence des corps organisés fossiles. Mode de dépôt de ces roches ; stratification.
30. Phénomènes géologiques actuels propres à faire comprendre les phénomènes anciens. Dépôts sédimenteux et concrétions. Phénomènes de transports. Torrents, fleuves, glaciers.
31. Phénomènes volcaniques. Nature et disposition des roches et autres produits auxquels ils donnent naissance. Leur action physique et mécanique. Chaleur centrale. Sources thermales et puits artésien.
32. Succession des divers dépôts de sédiment ou terrains régulièrement stratifiés. Différences de stratification. Terrains anciens antérieurs au terrain carbonifère. Ardoises. Fossiles caractéristiques. Terrain houiller; sa disposition, son origine, ses principaux fossiles.
33. Terrains de sédiment moyen. Grès bigarrés et terrains salifères. Sel gemme et gypse. Calcaires du Jura. Pierre lithographique, minerai de fer, etc. Craie. Corps organisés caractéristiques et remarquables de ces terrains.
34. Terrains de sédiment supérieurs ou tertiaires ; leur division en bassins. Succession des terrains marins et d'eau douce qui les composent. Lignites et gypse. Corps organisés fossiles animaux et végétaux.
35. Terrains de transport ; diluvium et blocs erratiques. Cavernes à ossements et brèches osseuses. Formation de la couche superficielle du sol ou terre arable.
36. Terrains en masse non stratifiés; leur disposition relativement aux terrains de sédiment. Terrains primitifs et terrains ignés anciens. Granit et porphyre. Volcans éteints; leur analogie avec les volcans actuels. Basaltes, laves.
37. Influence des terrains ignés sur les terrains stratifiés. Filons. Soulèvements. Époques relatives de soulèvement des principales chaînes de montagnes.
38. Résumé. Succession générale des êtres organisés et changement de la forme de la surface de la Terre pendant les diverses périodes géologiques. Position dans les couches de la terre des principales substances minérales utiles.

À ces leçons seront ajoutées, tant pour les élèves de la classe de rhétorique que pour ceux de la classe de troisième, des promenades destinées à leur faire connaître la constitution géologique de la contrée environnante, les végétaux les plus vulgaires, soit spontanés, soit cultivés, et les animaux les plus communs des diverses classes, en leur signalant les caractères qui les distinguent.

* * * * *

NOUVEAUX PROGRAMMES D'HISTOIRE NATURELLE SECTION DES SCIENCES DES LYCÉES (1859)

Classe de troisième

BOTANIQUE ET PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE

- Leçon 1.** Indication générale des caractères distinctifs des minéraux, des végétaux et des animaux. Exposition générale des organes qui constituent un végétal; leurs diverses fonctions. Parties élémentaires ou tissus qui les composent. Tissu cellulaire. Tissu ligneux et fibres textiles. Vaisseaux de la sève et du suc propre. Composition chimique des tissus.
2. Organes de la nutrition ou de la végétation; leur développement lors de la germination. Racines; leur structure et leurs fonctions. Absorption. Racines adventives. Boutures. Racines charnues alimentaires.
 3. Feuilles; leur origine sur la tige; leur disposition relative. Bourgeons, écailles, stipules. Leur structure essentielle et ses principales modifications. Fonctions des feuilles: exhalation aqueuse et respiration; leur résultat et influence de la respiration diurne et nocturne sur l'air ambiant. Étiollement.
 4. Tiges. Structure de la tige dans les dicotylédones et les monocotylédones. Tiges souterraines; bulbes et tubercules. Circulation de la sève. Accroissement des tiges ligneuses des dicotylédones. Greffes et incisions annulaires.
 5. De la nutrition des végétaux en général. Sécrétion ou élaboration de substances diverses dans leurs tissus et leurs organes sécréteurs. Sucre, fécule, gomme, huiles, résines, cires, sucres propres, caoutchouc, lait végétal, opium, matières colorantes, etc.
 6. Organes de la reproduction. Divers modes de reproduction; reproduction par gemmes ou bulbilles. De la fleur en général. Principales formes de l'inflorescence. Bractées et enveloppes florales. Calice et corolle; leurs modifications essentielles.
 7. Etamines et pistils; leur structure essentielle et leur rapport de position dans la fleur.
 8. Fonctions de ces organes. Circonstances qui influent sur la floraison et sur la fécondation. Coulure des fruits. Chaleur développée dans certaines fleurs. Sécrétion des nectaires. Mouvement des feuilles et de certains organes des fleurs.
 9. Développement et structure des diverses sortes de fruits secs ou charnus. Développement et structure de la graine et des parties qui la composent. Téguments et leurs appendices (coton, etc.). Périspermes farineux et huileux. Embryon.
 10. Germination. Changements chimiques dans la graine. Formation du sucre dans les céréales. Alcools de grains et bière. Développement de l'embryon et structure de la jeune plante.
 11. De la classification du règne végétal. Espèce, genre et variétés. Des classifications artificielles. Système de Linné; son application à la détermination des plantes.
 12. De la méthode naturelle appliquée au règne végétal. Familles naturelles. Division générale en dicotylédones, monocotylédones et acotylédones et apétales.
 13. Exemples de familles de plantes dicotylédones polypétales prises parmi les plus nombreuses et les plus importantes de celles de notre pays (crucifères, malvacées, papilionacées, ombellifères).
 14. Exemples de familles de plantes dicotylédones monopétales et apétales, choisies comme les précédentes (bruyères, solanées, labiées, composées, chénopodées, amentacées, conifères).
 15. Exemples de familles de plantes monocotylédones, choisies comme les précédentes (liliacées, iridées, joncées, palmiers, graminées).
 16. Exemples de familles de plantes acotylédones et cryptogames, choisies comme les précédentes (fougères, prêles, mousses, algues, lichens, champignons).

Nota. Pour toutes ces familles, indiquer leurs rapports avec la classification linnéenne, qui peut faciliter aux élèves la détermination des plantes de la campagne et signaler les espèces importantes par leurs produits agricoles ou industriels.

Classe de seconde

ZOOLOGIE ET PHYSIOLOGIE ANIMALE

- Leçon 1.** Comparaison sommaire de l'organisation et des fonctions des animaux et des végétaux. Exposition générale des divers organes qui constituent un animal; relation de leurs diverses fonctions; description des principaux tissus qui les composent.
2. Fonctions de nutrition. Description de l'appareil digestif et de ses annexes. Structure et développement des dents. Mastication et déglutition.
 3. Nature des aliments. Phénomènes chimiques de la digestion. Sécrétions qui y concourent. Absorption par les veines et les vaisseaux chylifères.
 4. Sang: composition et usage de ce liquide; phénomènes généraux de la circulation. Appareil circulatoire: cœur, artères, veines.
 5. Mécanisme de la circulation; explication des phénomènes du pouls. Indication sommaire des principales modifications de l'appareil circulatoire dans l'ensemble du règne animal.
 6. Respiration. Phénomènes chimiques. Appareil respiratoire des mammifères. Mécanisme de l'inspiration et de l'expiration. Asphyxie.
 7. Indication du mode de respiration chez les autres animaux terrestres et aquatiques. Respiration trachéenne, branchiale, cutanée. Chaleur animale. Animaux à sang chaud et à sang froid.
 8. Sécrétions et exhalations. Glandes, peau, membranes muqueuses et séreuses. Assimilation. Résumé des phénomènes de nutrition.
 9. Fonctions de relation. Organes du mouvement. Composition générale du squelette. Structure et formation des os. Articulations. Muscles: leur structure et leur mode d'insertion.
 10. Mécanisme des mouvements. Modifications de l'appareil locomoteur pour servir à la marche, au vol, à la natation et à la reptation dans les divers animaux. Organes producteurs des sons. Voix.
 11. Système nerveux: indication des parties qui le constituent essentiellement. Fonctions du système nerveux. Nerfs moteurs et sensitifs.
 12. Organes des sens. Organes du toucher, du goût, et de l'odorat. Organe de la vue et de l'ouïe. Fonctions de leurs parties essentielles.

13. Classification générale du règne animal; sa division en quatre embranchements; division des vertébrés en classes. Mammifères; leurs divers ordres et leurs familles ou genres les plus remarquables.
14. Oiseaux, reptiles et poissons; principaux ordres de ces trois classes. Exemples de quelques espèces remarquables.
15. Division des animaux articulés en classes; crustacés; annélides, arachnides, insectes. Métamorphoses ; espèces utiles.
16. Mollusques, zoophytes; leurs principaux ordres. Espèces utiles.

GÉOLOGIE

17. Constitution générale des parties solides de la surface de la terre. Disposition des roches qu'on y observe. Leur nature cristalline ou sédimentaire. Présence ou absence des corps organisés fossiles. Mode de dépôt de ces roches; stratification.
- 18, 19. Phénomènes géologiques actuels propres à faire comprendre les phénomènes anciens. Dépôts sédimenteux et concrétions. Phénomènes de transports. Torrents, fleuves, glaciers.
Phénomènes volcaniques actuels. Nature et disposition des roches et autres produits auxquels ils donnent naissance. Leur action physique et mécanique. Chaleur centrale. Sources thermales et puits artésiens.
- 20, 21. Succession des divers dépôts de sédiment ou terrains régulièrement stratifiés. Différences de stratification.
Terrains de sédiment anciens antérieurs au terrain carbonifère. Ardoises. Fossiles caractéristiques. Terrain houiller; sa disposition, son origine, ses principaux fossiles.
22. Terrains de sédiment moyens. Grès bigarrés et terrains salifères. Sel gemme et gypse. Calcaires du Jura. Pierres lithographiques, minerai de fer, etc. Craie. Corps organisés caractéristiques et remarquables de ces terrains.
- 23, 24. Terrains de sédiment supérieurs ou tertiaires; leur division en bassins. Succession des terrains marins et d'eau douce qui les composent. Lignites et gypse. Corps organisés fossiles animaux et végétaux.
Terrains de transport; diluvium et blocs erratiques. Cavernes à ossements et brèches osseuses. Formation de la couche superficielle du sol ou terre arable.
- 25, 26. Terrains en masse non stratifiés; leur disposition relativement aux terrains de sédiment. Terrains primitifs et terrains ignés anciens. Granite et porphyres. Volcans éteints; leur analogie avec les volcans actuels. Basaltes, laves.
Influence des terrains ignés sur les terrains stratifiés. Filons. Soulèvements. Epoques relatives du soulèvement de quelques unes des principales chaînes de montagnes de l'Europe.

* * * * *

PROGRAMME RELATIF À L'ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE DES LYCÉES (1863)

Histoire Naturelle

Classes de philosophie, rhétorique et mathématiques

ZOOLOGIE

- 1-2.** Indication générale des caractères qui distinguent les êtres organisés (animaux et végétaux) des êtres inorganisés (minéraux).
- De l'espèce en histoire naturelle.
- Caractères qui distinguent les animaux des végétaux.
Exposition générale des divers organes qui constituent un animal.
Appropriation de ces organes à leurs diverses fonctions.
Principaux tissus qui les composent.
- 3-5.** Fonctions de nutrition;
- Digestion. Organes qui y concourent. Aliments.
- Circulation ; Organes qui y concourent ; Sang.
- Respiration; Organes qui y concourent (poumons, branchies, trachées); Chaleur animale.
- 6-8.** Fonctions de relation ;
- Organes du mouvement ; Composition générale du squelette ; Os ; Muscles.
- Système nerveux. Indication des parties qui le constitue essentiellement. Ses fonctions. Organes des sens.
- 9-11.** Principes de classification ;
- Division du règne animal en embranchements. Division des vertébrés en classes.
- Mammifères; leur division en ordres.
Exemples choisis parmi les espèces les plus utiles à l'Homme ou les plus remarquables par leurs moeurs, leurs formes.
Montrer la supériorité organique de l'homme sur le reste des êtres organisés.

BOTANIQUE

- 12-15.** Exposition générale des divers organes qui constituent un végétal ; leurs diverses fonctions. Tissus élémentaires qui les composent.
- Organes de nutrition : Racines, tiges, feuilles.
- Organes de reproduction. Fleur. Fécondation. Fruits. Graine. Germination.
- 16-18.** Des classifications artificielles du règne végétal : système de Linné. De la méthode naturelle: familles.
- Division des végétaux en dicotylédones, monocotylédones et acotylédones (ou cryptogames).
- Principales familles de ces trois classes choisies parmi les plus nombreuses et les plus utiles.

GÉOLOGIE

- 19-20.** Constitution générale du globe terrestre. Nature et origine des roches qui en forment l'écorce.
Chaleur centrale. Roches ignées ou non stratifiées. Soulèvements.
- 21-23.** Terrains de sédiments anciens ou primaires. Terrains de sédiments moyens ou secondaires. Terrains de sédiments supérieurs ou tertiaires et quaternaires. Principales substances minérales et corps organisés fossiles qu'on rencontre dans ces divers terrains.
- 24.** Phénomènes géologiques actuels propres à faire comprendre les phénomènes anciens. Sédiments. Transports. Torrents, fleuves, glaciers. Volcans.
Eaux minérales. Sources thermales. Puits artésiens.

* * * * *

Modification des programmes pour l'enseignement littéraire et scientifique des lycées et report en classe de seconde (1865)

Il y a de faibles modifications par rapport aux programmes de 1863-1864 :

Dans 3-5 après aliments : Absorption

6-8 après organes des sens et de la voix

9-11 mammifères ; principaux groupes de cette classe

12-15 tissus élémentaires dont ils se composent

16-18 des classifications du régime végétal : de la méthode naturelle : familles

D'autre part, concernant la Géologie, elle se trouve au début et non en place 24 et le programme commence par :
Phénomènes géologiques propres à faire comprendre les phénomènes anciens.
Sédiments. Transports. Torrents, fleuves, glaciers. Volcans.

19-20 inchangé jusqu'à la fin.

* * * * *

PROGRAMME DE SCIENCES DE L'ENSEIGNEMENT SPÉCIAL (1866)

Histoire naturelle

Année préparatoire notions préliminaires (2 heures par semaine)

Afin de développer chez les enfants l'esprit d'observation, le professeur les engage à profiter de leurs promenades ordinaires pour se procurer des insectes, des coquilles et autres objets d'histoire naturelle. Il consacre une ou deux classes par mois à l'examen et au classement des petites collections formées de la sorte ou aux explications qu'il juge utile de donner à l'occasion de cet examen ...

ZOOLOGIE

Notions sur l'histoire naturelle du cheval. Expliquer, à l'aide de quelques notions de mécanique très simples, comment la conformation de cet animal est très favorable à la solidité de la station, à la rapidité de la course et au déploiement d'une force de traction très considérable.

Mœurs des chevaux sauvages ; manière de les dompter ; montrer comment on peut juger de l'âge d'un cheval par l'état de sa dentition.

Comparaison entre le cheval, l'âne et le zèbre ; à l'occasion de cette comparaison, appeler l'attention des élèves sur l'existence des familles naturelles ou genres.

Notions sur l'histoire naturelle du chien. Il doit se nourrir du produit de sa chasse, donc son organisation est appropriée à ce genre de vie. Montrer les relations qui existent entre la conformation de ses pattes et son aptitude à courir.

Finesse de son odorat, cela lui permet de suivre sa proie à la piste (exemples).

La conformation de ses dents lui permet de saisir sa proie et de la déchirer.

Facultés du chien. Récits de faits propres à montrer qu'il a de la mémoire, qu'il peut associer des idées et en tirer des conséquences. – Preuves de son intelligence. – Influence des bons traitements et de l'éducation sur le développement de ses facultés. – Notions sur les principales variétés de chiens. – Dogue, chien de berger, épagneul, basset, lévrier, caniche. – Tous ces animaux, malgré leur diversité de formes, se ressemblent sous tous les rapports les plus importants ; ils sont de même nature et ne diffèrent entre eux que par des particularités qui peuvent se rencontrer chez les descendants d'une même souche. – Ils forment donc une sorte de famille naturelle, que les zoologistes appellent une *espèce*.

Mœurs du chat ; mode de conformation de ses pattes et de ses mâchoires ; notions sur le jeu de ses organes.

Ressemblance entre le chat, le tigre et le lion. – Ils appartiennent à un même genre. Ils ne vivent pas en société comme les chevaux ou les chiens ; et, à raison de cette différence dans leurs instincts, ils ne sont pas susceptibles d'une domestication aussi complète.

Mœurs de la taupe. – Conformation de ses pattes ; - son régime ; - préjugés sur son compte ; - son utilité pour la destruction des insectes nuisibles.

Examen comparatif du chien, du lapin, du mouton et du cheval. – Rapport entre le régime alimentaire de ses animaux et la conformation de leurs dents.

Harmonies organiques ; exemple: rapport nécessaire entre la conformation des dents et le mode d'articulation de la mâchoire.

Examen comparatif du cerf, du chat ou du lion, de la chauve-souris, de la loutre et du phoque sous le rapport des mœurs et de la conformation des organes locomoteurs.

Mœurs des singes ; - mode de conformation de leurs pattes. Singes à queue prenante. – Abajoues.

Conformation de la trompe de l'éléphant ; ses usages. – mœurs de ces animaux ; manière dont on les réduit en captivité. Régions qu'ils habitent. A une époque très reculée il y avait des éléphants en France, car on trouve quelquefois des défenses de ces animaux enfouies dans le sol.

Il y avait aussi des éléphants constitués pour vivre dans les pays les plus froids ; mais, au lieu d'avoir la peau presque nue, comme les éléphants de l'Afrique et de l'Inde, ils avaient une épaisse toison. – Récit de la découverte du corps d'un de ces animaux dans la glace, au nord de la Sibérie.

Voyages périodiques des hirondelles. – description des préparatifs de leur départ.

Examen comparatif de la souris et du lézard. – Température du corps de ces deux animaux. – Notion sur la source de la chaleur chez les animaux. – Nécessité de l'air pour l'entretien de l'espèce de combustion dont l'économie animale est le siège.

Notion sur la manière de vivre des poissons. – Comment ils respirent. – Montrer que l'eau peut dissoudre de l'air.

Comparaison de ces animaux avec les crapauds, les salamandres. – Ils forment une grande famille naturelle ou classe. Différence entre ce groupe et celui des poissons.

Conformation et mœurs des baleines. – Pourquoi il ne faut pas les considérer comme étant des poissons. – manière dont on fait la pêche des baleines. – Produits qu'elles fournissent : fanons, huile.

Signaler les caractères communs à la vipère, à la couleuvre, au lézard et à la tortue et ce qui les distingue entre eux. – Insister sur les effets de la morsure de la vipère et des autres serpents venimeux. – Disposition des crochets et des réservoirs à venin.

Conformation du corps du hanneton. – Différences entre cette conformation et celle d'un animal à squelette intérieur. – Antennes. – Yeux. – Bouche. – Pattes. – Ailes. – Métamorphoses de ces insectes

Des vers à soie. – Notions sur les métamorphoses des insectes. – Formation de la soie ; Cocons. – Chrysalides. – Papillons.

Mœurs des fourmis. – Expliquer la différence entre l'instinct et l'intelligence.

Conformation des araignées. – Production des fils. – Structure des toiles. Instinct architectural des araignées maçonnes et des araignées aquatiques.

Principales parties du corps de l'huître. – Notions sur la coquille. – Mode d'accroissement. – Charnière. – Nacre. – Perles.

BOTANIQUE

Notions générales sur le règne végétal

Les leçons de botanique pendant l'année préparatoire doivent avoir pour but de fixer l'attention des jeunes élèves sur les végétaux qui les entourent, soit dans la campagne, soit dans les jardins.

Par l'examen successif d'un certain nombre de ces plantes, choisies parmi les plus vulgaires et parmi celles qui appartiennent aux groupes naturels les plus utiles, les mieux caractérisés et les plus répandus dans notre climat, on les amène à connaître les diverses parties qui constituent un végétal et les modifications les plus essentielles de ses organes.

A l'étude des plantes isolées succède immédiatement celle des différences qui les distinguent ou des analogies qui les rapprochent.

Par leurs propres observations, les élèves connaissent ainsi bientôt la constitution générale de la plupart des plantes, et sont familiarisés avec l'aspect des principaux groupes naturels de notre végétation indigène.

On fixe de bonne heure l'attention des enfants sur des semis faits par eux d'un certain nombre de graines. Rien n'est plus instructif et plus intéressant pour des enfants que de voir une petite plante naître de la graine qu'ils ont semée eux-mêmes, de la voir pousser, fleurir et fructifier, si elle reçoit les soins nécessaires.

Des haricots, des grains de blé ou de maïs, des graines de cresson, etc. semés par les élèves, arrosés par eux, et dont ils suivent le développement, leur font saisir les faits dont ils font plus tard l'application par leur propre raisonnement.

Ils peuvent facilement suivre quelques unes de ces plantes jusqu'à leur développement complet, à leur floraison et à la formation de nouvelles graines.

Le choix des plantes qui sont l'objet des premières démonstrations n'est pas indifférent ; il convient de préférer les espèces déjà connues des enfants par leur culture dans les champs ou dans les jardins. Les crucifères à grandes fleurs, les renoncules, la pivoine, les roses se prêtent parfaitement à cette exposition des parties du végétal ; des plantes à fleurs simples seront toujours prises pour exemple.

Le fraisier, le cerisier, le pommier fourniraient d'autres sujets excellents et donneraient immédiatement des exemples d'une structure analogue, avec des différences facilement appréciables.

Pour chacune de ces plantes, on doit faire connaître leurs parties essentielles en insistant sur celles qui fournissent des produits utiles et d'un usage habituel, ensuite on indique aux élèves ce qui se rapporte à leur origine, à leur introduction et à l'influence de la culture.

Ces plantes doivent être recueillies par les élèves eux-mêmes dans leurs promenades ou dans un jardin dépendant de l'école. L'ordre dans lequel on les étudie dépend nécessairement de la saison. Mais on doit cependant commencer de préférence par des polypétales à grandes fleurs, dont toutes les parties sont plus distinctes, et poursuivre l'étude sur les mêmes plantes en fruits, surtout pour celles dont les fruits ou graines sont la partie utile.

Ainsi les légumineuses, les rosacées, les crucifères, les céréales, le pavot, le châtaignier sont examinés à deux époques différentes.

Sans fixer absolument les plantes convenables à cet enseignement pratique, on peut indiquer les suivantes comme propres à représenter les groupes naturels les plus importants, dont il conviendrait d'effectuer l'étude, à mesure qu'elles se présentent en fleurs ou en fruits, sans s'astreindre à un ordre de classification systématique.

Colza, moutarde, giroflée.

Fraisier, framboisier, pêcher, cerisier, abricotier, amandier, pommier, poirier, aubépine, rosier.

Cillet, nielle des blés, mouron des oiseaux.

Pois, haricot, fève, robinier, luzerne, trèfle, sainfoin.

Violette et pensée.

Pivoine, renoncule, anémone.

Pavot, coquelicot, fumeterre.

Digitale, mufle de veau, linaria, bouillon blanc.

Sauge, thym, menthe, lamium.

Primevère.

Pomme de terre, tabac, datura, belladone, jusquiame, etc. (danger de ces végétaux).

Chardon, artichaut, pâquerette, grande marguerite, salsifis, chicorée, laitue.

Betterave, épinard.

Oseille, sarrasin.

Châtaignier, chêne, hêtre, bouleau, aulne, saule, peuplier.

Lis, tulipe, allium, etc.
Iris, colchique.
Froment, avoine, orge, maïs.
Pins, sapins, cèdre, if.

Montrer quelques cryptogames caractéristiques des principales familles ou genres, sans approfondir leur structure, mais pour faire remarquer les différences qui les distinguent des plantes précédentes. Fougères à fructifications bien apparentes. Prêles. Mousses bien fructifiées. Lichens. Champignons ; agaric, bolet, moisissures. Conserves et dans les localités proches de la mer, fucus.

Variété de la durée des végétaux : les uns annuels, les autres mourant la deuxième ou troisième année de leur existence, après avoir fructifié. Signaler quelques végétaux qui vivent très longtemps avant de fleurir et meurent après : agaves, etc.

Végétaux vivaces par leur partie souterraine, annuels par leurs parties extérieures : rhizomes, bulbes ou oignons, etc.

Végétaux ligneux et d'une longue durée. Arbres d'une longévité et d'une taille remarquables. Cercles ligneux annuels qui indiquent l'âge des arbres.

GÉOLOGIE

1. L'attention des élèves est d'abord appelée sur la diversité des pierres et autres corps solides qui entrent dans la constitution du sol. Par l'étude des échantillons que ces enfants rapportent de leurs promenades, et qui varient naturellement avec la contrée, le professeur les accoutume à distinguer entre elles un certain nombre de roches : par exemple, le sable, le grès, le silex, le quartz cristallisé, l'argile et l'ardoise, la craie, le calcaire grossier, le granit, la lave, etc.

2. Le professeur s'occupe ensuite de l'examen des divers phénomènes actuels qui peuvent nous aider à comprendre comment beaucoup de terrains ont été formés.

Ainsi, il profite des effets produits par une pluie d'orage pour montrer comment les terres meubles sont entraînées au loin par les courants ; comment les matières transportées de la sorte se déposent successivement à mesure que le courant se ralentit ; comment il se forme ainsi dans les ruisseaux, les rivières et les fleuves des alluvions qui s'accroissent par la superposition de couches nouvelles, et finissent par former des deltas, tels que ceux du Nil ou du Rhône. – Stratification de ces terrains ; – Application de ces faits à l'explication des grands phénomènes géologiques.

3. Montrer comment les animaux qui vivent dans l'eau ou qui se tiennent près des bords de la mer, des lacs ou des rivières doivent souvent laisser leurs dépouilles dans les alluvions et autres dépôts analogues. – Origine des fossiles. – Effets produits par les grandes inondations. – Expliquer comment d'après la nature des fossiles, on peut reconnaître si le dépôt est marin ou lacustre.

4. Expliquer comment l'eau répandue à la surface du globe s'évapore sans cesse, s'élève dans l'atmosphère et y forme les nuages, puis redescend sur la terre sous la forme de pluie, de neige, etc.

Montrer que l'eau tombée de la sorte imbibé le sol, mais ne filtre pas aussi facilement à travers la terre glaise qu'à travers le sable ou le gravier ; Par conséquent, elle se trouve arrêtée quand, en descendant dans un sol meuble, elle rencontre une couche d'argile ou quelque obstacle analogue. – Application de ces faits à l'explication de la manière dont les puits sont alimentés par les eaux pluviales. – Montrer comment les fossés contribuent au dessèchement des terres voisines.

Expliquer, à l'aide de ce qui a lieu dans les puits et dans les fossés, le mode de formation des sources, des ruisseaux, des rivières, etc.

Écoulement des eaux dans les grands bassins formés par les parties creuses de la surface du globe. – La mer reçoit donc ces eaux courantes et les rend ensuite à l'atmosphère par l'effet de l'évaporation.

Harmonie de tous ces phénomènes.

5. Montrer que l'eau pluviale, en lavant le sol, doit dissoudre diverses matières qu'elle y rencontre, et qu'en filtrant à travers les terrains perméables elle doit se charger davantage de substances minérales ou autres. – Comparer l'eau recueillie dans une citerne et l'eau des puits. – Montrer que celle-ci en s'évaporant, laisse un résidu pierreux. – Notions sur quelques sources incrustantes. – Origine des stalactites que l'on voit dans les cavernes, etc. – Sources d'eau chargée de sel commun.

Autres exemples d'eaux dites *minérales*.

6. Température des caves, des mines, de l'eau des puits forés et des sources thermales naturelles. – Chaleur centrale de la terre.

D'après cette augmentation progressive de la température de l'écorce du globe, on peut présumer qu'à une certaine profondeur la chaleur doit être assez grande pour fondre les roches.

Exemples de la fusibilité des corps : – le verre ; – le plomb ; – le fer, etc.

7. Récits au sujet des volcans. – Exemples de quelques volcans.

8. Les volcans ne sont pas les seules cheminées naturelles qui laissent échapper les matières fluides contenues dans l'intérieur du globe. – Exemples : sources de vapeurs ou de gaz. – Grotte du Chien près de Naples. – Comparaison des effets produits par des émanations du sol dans cette grotte et par la vapeur du charbon en combustion. – Sources d'air inflammable ; – sources de bitume, d'huile minérale, etc. – Comparaison entre ces phénomènes naturels et ce qui se passe dans un fourneau où l'on fabrique du gaz pour l'éclairage.

9. Montrer que les matières minérales dissoutes par l'eau, fondues par la chaleur ou transformées en vapeur, peuvent, en se solidifiant de nouveau, former des cristaux, etc. – Les matières minérales introduites ainsi dans des fissures de la croûte solide du globe ou dans les interstices d'un terrain meuble, peuvent donc s'y déposer, soit sous la forme de cristaux ou de grains, soit autrement, et constituer ainsi des amas. – Application de ces faits à l'explication de ce que c'est qu'un filon métallifère, une mine, etc. Exemples : mines de sel gemme. – Terrains ferrugineux.

10. Appliquer les notions précédemment acquises sur la chaleur centrale de la terre à l'explication de la forme de notre globe. Raisons qui font penser que primitivement la terre était à l'état de fusion. – Forme que prennent les liquides quand ils sont libres dans l'espace, forme des gouttes de pluie. – Des grains de plomb de chasse (mode de fabrication de ces grains). – Forme générale de la terre. – Indiquer brièvement quelques faits propres à prouver que la terre est ronde. – Indiquer la forme de la terre sans entrer dans l'exposé des moyens à l'aide desquels cette forme a pu être déterminée avec précision.

Première année
(2 heures par semaine)

ZOOLOGIE

Notions sur les principaux organes d'un animal tel que le lapin, et sur les usages de ces parties : estomac, intestins, foie, poumons, cœur, vaisseaux, cerveau, muscles et os.

Ressemblances et différences entre les animaux, les plantes et les corps minéraux. – Caractères des trois règnes de la nature.

Notions sur les classifications en général. – Classifications naturelles et artificielles. – Utilité de la classification naturelle dans l'étude des animaux et des plantes.

Notions élémentaires sur la nomenclature. – Explication du sens que l'on doit attacher aux mots *espèce, genre, famille, ordre et classe*.

Examen comparatif du mode de conformation du chien, de l'écrevisse, du colimaçon et d'une étoile de mer. Tous les animaux sont constitués d'après un plan analogue à celui qu'offre l'une ou l'autre de ces espèces, et par conséquent le règne animal se subdivise en quatre groupes principaux appelés embranchements. – Montrer que les caractères les plus importants du chien se retrouvent chez un oiseau, un lézard, une grenouille et une carpe ou tout autre poisson ; par conséquent tous ces animaux appartiennent à un même embranchement. – Montrer que les caractères les plus saillants de l'écrevisse se retrouvent chez le hanneton ou le crabe, chez les mille-pieds et même chez les vers de terre ; donc tous ces animaux appartiennent à un même embranchement. – Si l'école est située sur le bord de la mer, faire des démonstrations analogues pour divers mollusques et zoophytes.

Notions élémentaires sur la charpente intérieure des animaux vertébrés.

Des principales différences qui existent entre les animaux qui sont pourvus d'un squelette intérieur et qui appartiennent par conséquent à l'embranchement des vertébrés.

Différences dans les téguments du corps chez un chat ou un mouton, un oiseau, un lézard ou une grenouille et un poisson.

Relations entre l'existence de poils et de plumes et la nécessité de conserver la chaleur propre de l'animal. Animaux à sang chaud et à sang froid. Ces derniers n'ont pas besoin de vêtements naturels comme les premiers ; donc tous les animaux vertébrés, qui ont des poils ou des plumes, sont des animaux à sang chaud.

Les vertébrés pourvus de poils appartiennent tous à la classe des mammifères ; ceux qui ont des plumes appartiennent à la classe des oiseaux. – Les vertébrés dont la peau est couverte d'écailles ou qui sont dépourvus de toute espèce de téguments de ce genre sont presque tous des reptiles, des amphibiens ou des poissons.

Les reptiles sont des vertébrés à peau écailleuse qui sont conformés pour vivre sur la terre seulement.

Les poissons sont des vertébrés à peau écailleuse qui sont conformés pour vivre toujours dans l'eau.

Les amphibiens ou batraciens sont des vertébrés à peau écailleuse ou nue, qui sont conformés pour vivre d'abord dans l'eau comme les poissons, puis à terre comme les reptiles.

Notions sur la structure de la peau, des poils, des ongles, etc.

Mammifères. – Les animaux vertébrés dont la peau est garnie de poils ont tous besoin d'une nourriture particulière pendant le jeune âge. – Allaitement. – Exemple: la vache. – l'existence des mamelles a beaucoup plus d'importance que celle des poils ; les caractères sont d'autant plus constants qu'ils ont plus d'importance ; donc l'existence de mamelles doit être plus générale que l'existence de poils chez les animaux qui appartiennent au même groupe naturel que la vache. En effet, la baleine, par exemple, a la peau nue, mais elle appartient à la même classe d'animaux que les pilifères, et, comme eux, elle a des mamelles. – De là le nom de mammifères donné à tous les animaux appartenant au groupe naturel qui comprend la vache, le cheval, le chat, le chien, le singe etc.

Tous les mammifères ont besoin d'une respiration très puissante. Il faut donc qu'ils respirent l'air en nature et ils ne peuvent se contenter de la petite quantité de ce fluide qui se trouve en dissolution dans l'eau. Les organes à l'aide desquels cette respiration aérienne s'exerce sont les poumons. Donc les mammifères sont tous pourvus de poumons, tandis que les poissons, qui respirent dans l'eau, n'en ont pas.

Résumé des principaux caractères de la classe des mammifères.

Notions sur la classification des mammifères ; - énumération des principaux groupes.

Espèce humaine. – Caractères organiques qui distinguent l'homme de tous les autres mammifères ; – l'homme constitue un ordre particulier, appelé ordre des *bimanes*. – Insister sur les avantages de la spécialité des fonctions de la main et du pied. – Comparaison entre le mode de conformation des membres chez l'homme et chez les quadrumanes ou singes.

Du développement relatif du cerveau et de la face chez ces animaux doués de plus ou moins d'intelligence. – Mesure de l'angle facial chez la grenouille, le lapin, le cheval et le singe. – Angle facial de l'homme et de quelques statues antiques, tel que le Jupiter olympien.

Notions sur les principales races humaines.

Singes de l'ancien continent ; – Notions sur le chimpanzé, l'orang-outang, le gorille et le magot.

Quadrumanes. – Singes du Nouveau-Monde ; - Caractères qui les distinguent. – A cette occasion, dire quelques mots de la distribution géographique des animaux en général. – Différences des faunes suivant les régions.

Carnassiers ; – Notions sur les carnassiers. – Différences dans la conformation de leurs pieds en rapport avec leurs mouvements. – Plantigrades, ours, etc. – Digitigrades, chien, chat, etc. – Ces animaux ne sont pas tous également carnivores. – Différences correspondantes dans la disposition de leurs dents.

Notions sur l'histoire naturelle : 1° de la belette, de la fouine, de la martre, etc. 2° du loup, du chacal et du renard ; 3° du lion, du tigre, etc. 4° de l'ours commun et de l'ours maritime.

Mammifères de l'ordre des ruminants. – Disposition de l'estomac chez ces animaux ; – Mécanisme de la rumination.

Histoire naturelle des bœufs et des autres espèces les plus remarquables du même genre.

Histoire naturelle du mouton et de la chèvre.

Histoire naturelle des cerfs. – Développement et chute des bois ;

Détails relatifs à l'utilité du renne.

Histoire naturelle du chameau, etc.

Mammifères à sabots qui ne ruminent pas. – Famille des solipèdes. (Rappeler ce qui a été déjà dit du cheval, etc.) – Le sanglier. – Le cochon, etc.

Quelques mots sur les hippopotames, les rhinocéros et les éléphants.

Notions sur les *mammifères insectivores*. – Le hérisson, la musaraigne ; – La taupe, etc. – La chauve-souris.

Caractères du groupe des *rongeurs*. – Histoire des castors. – Des marmottes. – Phénomènes de l'hibernation des écureuils. – Famille des rats hamsters. – Voyages des lemmings. – Lièvres et lapins.

Mammifères aquatiques.

1° Carnassiers aquatiques : la loutre, le phoque.

2° Ordre des cétacés : le marsouin ou le dauphin ; – la baleine et le cachalot. Histoire naturelle de ces derniers animaux ; autant que cela sera nécessaire pour compléter ce qui en aura été dit dans l'année préparatoire.

Quelques mots : 1° sur les édentés ; tatous, fourmiliers, etc.

2° sur les sarigues, les kangourous et les autres marsupiaux ;

3° sur l'ornithorynque.

Résumé de la classification naturelle des mammifères

Indication des caractères extérieurs à l'aide desquels on peut reconnaître les ordres et les principaux genres.

BOTANIQUE

Étude des principaux organes qui constituent les végétaux

Cette année est consacrée à l'examen des parties du végétal qui servent à son accroissement et à sa nutrition, et à l'étude de la fleur, de la reproduction et du fruit.

Les élèves ayant déjà dans l'année préparatoire, observé la germination de quelques plantes, on reprend cet examen, non pas au point de vue des phénomènes chimiques de la germination, mais seulement en considérant le développement apparent des parties.

On arrive ainsi immédiatement à la distinction de la racine, des tiges et des feuilles, et à la division des dicotylédones et des monocotylédones.

On montre aux élèves la différence dans le degré de ramification des racines et le double rôle qu'elles jouent comme organe d'absorption et comme réservoir de matière nutritive. – Développement obtenu par la culture ; comparaison de la carotte et de la betterave sauvages aux variétés cultivées.

Parties du sol où s'étendent les racines ; action épuisante très diverse. Durée des racines. Racines adventives.

La tige se distingue dès la germination de la racine par sa direction ascendante et parce qu'elle porte des feuilles, soit complètement développées, soit à l'état rudimentaire. On en montre de nombreux exemples dans lesquels on voit les feuilles se réduire à des écailles, tandis que la racine n'en porte jamais d'aucune sorte.

La tige exige, pour qu'on comprenne son rôle dans la vie de la plante et ses modifications utiles au point de vue de la culture, qu'on examine sa structure intérieure avec plus de détail : moelle, zone ligneuse, zone corticale. Distinction facile à saisir sur les tiges ligneuses à grosse moelle : sureau, marronnier, noyer, etc. et sur les tiges herbacées un peu charnues, surtout au moment de l'accroissement, où l'écorce se sépare facilement du bois.

Ces parties étant distinguées par leurs propriétés physiques, on doit chercher à se rendre compte de ces différences par la structure des organes élémentaires qui les constituent. Sans approfondir ces questions, sur lesquelles on reviendra à la fin de l'enseignement, on doit montrer les cellules qui forment le parenchyme renfermant la fécule, l'huile, le sucre, etc.

Les fibres ligneuses ou corticales, qui constituent le bois et les fibres textiles de l'écorce ;

Les vaisseaux qui forment des canaux continus qu'on aperçoit facilement dans certaines tiges (vigne), les trachées déroulables qui frappent l'attention des jeunes élèves.

On peut alors leur montrer immédiatement la différence de proportion de ces divers tissus, suivant la nature et la destination des tiges ou des racines.

Le tissu cellulaire très développé dans les plantes herbacées et dans les tiges souterraines ; les fibres ligneuses dans les arbres auxquels elles donnent leur solidité. ; Les fibres corticales flexibles et résistantes très distinctes dans le chanvre, le lin, l'ortie, etc. Les vaisseaux très développés et très apparents dans les lianes ou plantes grimpantes vivaces : vigne, clématite, aristoloche grimpante, etc.

Différence de structure des tiges de plantes monocotylédones, en prenant pour exemple l'asperge, le lis, la fritillaire, etc.

Leur montrer à cette occasion une coupe de tige de palmier comparée à celle du chêne.

Après avoir donné cette idée de la constitution interne de la tige, on montre, les exemples à la main, que, dans certaines plantes, la tige se détruit aussitôt après la fructification (plantes annuelles ou bisannuelles) ; Que, dans d'autres, la partie inférieure, souvent souterraine, persiste pour reproduire de nouvelles tiges annuelles. Plantes herbacées vivaces. – Différence de cette partie souterraine. Réservoir de matière alimentaire pour la plante ; parenchyme cellulaire très développé. – Fécule, inuline souvent accrue par la culture et utilisée par l'homme. – Exemples : le topinambour, la pomme de terre, l'iris.

Destruction, dans ces plantes, des parties anciennes de la tige et de la racine. – Racines adventives

Mode de développement des racines adventives.

Montrer leur développement à la base des tiges du maïs, des céréales, de l'asphodèle.

Bulbes ou oignons. – Tiges souterraines avec base de feuilles.

Pomme de terre. – Rameaux souterrains devenus charnus et féculents.

Développement des parties souterraines, racines ou tubercules favorisé par le buttage.

La tige ligneuse persistante des arbustes et des arbres donnera lieu à une autre étude, celle de l'accroissement de ces tiges.

Formation des nouvelles couches ligneuses et corticales.

Moelle des rameaux remplis de fécule.

Bois composé de fibres ligneuses et de vaisseaux pour le transport de la sève, et de parenchyme ligneux se remplissant de fécule pour la nutrition des nouvelles pousses.

Bois plus ou moins denses, durs et résistants. Ecorce fibreuse à l'intérieur, liber flexible, cordes de tilleul, d'orme, etc.

Parenchyme cortical s'accroissant ou se déchirant. Couche subéreuse. Liège

Des tiges ou des rameaux de sureau, de marronnier, de chêne, de tilleul, d'orme, de vigne servent à ces démonstrations.

Les feuilles sont examinées très sommairement, quant à leur mode d'origine sur la tige et quant à leur forme. Feuilles opposées ou alternes, simples ou composées.

On s'attache à faire comprendre aux élèves, par des exemples bien choisis, la structure de ces organes destinés à mettre les structures de la plante en rapport avec l'air atmosphérique. Nervures ; prolongation du tissu fibreux et vasculaire de la tige. Parenchyme spongieux en occupant les intervalles, avec lacunes dans lesquelles l'air peut pénétrer.

Epiderme plus ou moins épais et résistant, percé d'ouvertures ou stomates par lesquelles l'air pénètre dans les lacunes du parenchyme.

Démonstration fondée sur l'examen de feuilles de diverse nature appartenant à des plantes vulgaires.

Feuilles grasses de *sedum* ou *sempervivum*.

Feuilles de lis, de choux, etc.

Feuilles d'arbres.

Plantes aquatiques, feuilles sans épiderme par suite de leur position submergée.

Modification des formes et de la dimension des feuilles dans une même plante.

Développement des rameaux et des feuilles. – Bourgeons ; leur origine, leur position, leur nature, écailles qui les protègent. – Stipules.

Taille des arbres.

Moyens de multiplication par les organes de végétation ; - Diverses sortes de marcottes et boutures.

Greffes, leurs principes et leurs modifications essentielles.

Conservation des variétés individuelles par ces modes de multiplication.

Organes reproducteurs de la plante constituant la fleur.

Organes essentiels, pistil et étamines, - peuvent former la fleur à eux seuls.

Ordinairement entourés d'organes protecteurs, ou enveloppes florales. Calice et corolle.

Principales modifications de ces organes ; - importance pour la classification ; - Nombre et disposition, soudure, régularité, irrégularité.

Étamines ; leur position et leur structure. Pollen, son organisation.

Pistils ; structure essentielle d'un pistil simple. Modifications des pistils composés.

Ovule ; sa constitution et ses principales modifications.

Fécondation. – Transport du pollen sur le stigmate ; - circonstances qui s'y opposent ; leur importance dans la culture. – Coulage de la vigne, des blés, etc.

Développement de l'ovule ; sa transformation en graine ; position et structure de l'embryon.

Fruit ; ses principales modifications dépendent de la structure primitive du pistil, des avortements et du développement des divers tissus de l'ovaire.

Fruits secs déhiscents, indéhiscents ; - fruits charnus.

Graine mûre ; tégument ; ses poils. – *Coton*, sa comparaison avec les aigrettes de diverses plantes.

Périsperme ou albumen ; diverses natures de ce tissu ; son rôle pendant la germination.

Embryon ; disposition et proportion de ses diverses parties.

Réservoirs divers de matière nutritive pour la jeune plante.

GÉOLOGIE

Cette première année du cours régulier de géologie sera employée à l'étude de la contrée qui environne l'école dans une étendue plus ou moins grande, suivant la variété du sol et les facilités d'exploration.

Dans un pays dont le sol présente des formations variées qui peuvent exercer l'élève aux observations diverses et lui donner déjà des notions assez étendues, l'étude de la contrée, dans un rayon de dix à douze kilomètres, suffit pour beaucoup voir et beaucoup apprendre.

Si la nature du sol est très uniforme, il faut étendre les excursions plus loin ou donner des notions sur les terrains plus éloignés au moyen d'échantillons, de coupes et de cartes.

Mais, dans tous les cas, il faut dans cette première année faire voir le plus possible aux élèves *sur place*, en complétant cet examen sur les lieux par l'étude, et la détermination de la nature des roches, des minéraux et des fossiles recueillis par eux.

On doit amener ainsi à bien connaître les formations qui les environnent, leur montrer comment on peut reconnaître leur ordre de superposition, leurs différences de stratification, si elle est régulière, la nature des corps organisés fossiles qu'elles peuvent renfermer et les déductions qu'on peut en tirer.

Les terrains superficiels, qui contribuent à former le sol végétal et qui sont souvent le résultat de transports plus ou moins anciens, ne doivent pas être négligés.

Si la contrée présente une uniformité peu favorable aux études géologiques, on tâche d'étendre les recherches des élèves aux régions les plus voisines, en leur montrant les rapports des terrains de ces contrées avec ceux qu'ils voient autour d'eux.

En un mot, leurs études de cette première année d'enseignement régulier ont pour objet la géologie locale sur une surface plus ou moins étendue.

On conçoit que cette étude suppose des courses assez nombreuses, bien dirigées par le professeur lui-même, qui ne peut, dans ce cas, être suppléé par d'autres, à moins que ce ne soit par d'anciens élèves ayant déjà l'expérience des observations.

Les élèves doivent être exercés à recueillir eux-mêmes des échantillons bien choisis et bien caractérisés, à prendre des notes et croquis sur la disposition des roches et des couches qu'ils examinent.

Ces observations personnelles les mettront à même, dans les années suivantes, de comprendre, d'après des échantillons et des dessins, ce qui aura rapport à des pays et à des terrains qu'ils ne pourront pas observer sur place eux-mêmes.

Deuxième année *(2 heures par semaine)*

ZOOLOGIE

Rappeler les caractères généraux de l'embranchement des vertébrés.

Classe des oiseaux. – Mode d'organisation des oiseaux; - notions sur les plumes; leur développement et leurs usages ; – Structure des ailes. – Mode de respiration des oiseaux.

Différences dans la conformation des oiseaux en rapport avec leur manière de vivre ; –Oiseaux de proie, oiseaux de rivage, oiseaux nageurs, oiseaux nocturnes et diurnes, oiseaux coureurs. – Oiseaux granivores, oiseaux insectivores, bons voiliers.

Exemples de ces divers groupes: aigle, hibou, hirondelle, pie, pigeon ou poule, autruche, cigogne, canard, cygne. – Oiseaux de haute mer.

Construction des nids. – Education des jeunes. – Voyages.

Classe des reptiles et classe des amphibiens. – Notions sur le lézard et le crocodile.

Notions sur les tortues. – Construction de la carapace de ces animaux.

Notions sur les serpents. – Différences entre les serpents venimeux et les serpents non venimeux. – Exemples. – caractères à l'aide desquels on peut distinguer entre elles les vipères et les couleuvres. – Serpents à sonnettes.

Différences entre les reptiles et les batraciens. – Notions sur l'histoire naturelle de quelques uns de ces animaux. – Venin qui suinte de la peau des crapauds. – Fables relatives aux salamandres.

Classe des poissons. – Notions sur l'histoire naturelle et sur le mode d'organisation de ces animaux. – Structure de leurs nageoires. – Comparaison entre ces organes et les pattes des mammifères. – Vessie natatoire ; ses usages. – Mécanisme de la respiration des poissons. – Poissons osseux et poissons cartilagineux.

Notions sur l'histoire naturelle du saumon, du hareng et de quelques autres espèces.

Résumé sur la classification naturelle des animaux vertébrés.

Classe des insectes. – Caractères généraux de ces animaux. – Leur squelette extérieur; divisions du corps; nombre et structure de pattes. – Structure des ailes. Mode de respiration - différences dans la conformation de la bouche suivant le régime. – Insectes mâcheurs, insectes suceurs, etc. – Métamorphoses.

Différences entre un scarabée, un criquet, une demoiselle, une abeille, un papillon, une punaise des bois, une mouche et une puce (ou entre d'autres espèces choisies d'une manière analogue).

Conclusions. – La classe des insectes doit être divisée en plusieurs ordres qui renferment chacun l'un des insectes dont il vient d'être question et que l'on désigne sous les noms de *coléoptères*, *orthoptères*, *lépidoptères*, etc.

Présenter, sous formes de tableaux synoptiques, les caractères à l'aide desquels on peut reconnaître l'ordre auquel un insecte appartient.

Histoire naturelle du hanneton pris comme exemple de l'ordre des coléoptères.

Histoire naturelle des termites ou fourmis blanches.

Histoire naturelle des abeilles et des autres espèces qui appartiennent à la même famille naturelle. – Bourdons, abeilles solitaires, etc.

Insister sur les instincts particuliers de ces animaux. – Leur architecture. Des papillons diurnes, crépusculaires et nocturnes. – Compléter l'histoire des vers à soie et dire quelques mots des autres espèces dont le cocon peut être utilisé de la même manière.

Teignes. – Leur industrie.

Des cigales, etc.

Des cousins et des autres insectes pourvus de venin.

Différences entre le dard de l'abeille et les instruments vulnérants des mouches en général.

Résumé sur la classification des insectes.

Caractères des principaux ordres et de quelques familles naturelles.

Quelques notions sur les animaux annelés des autres classes.

Arachnides : araignées, scorpions, mites.

Crustacés : écrevisses, homards, crabes.

Annélides : sangsues.

Vers intestinaux et autres parasites. – Exemples : oestres du cheval et du mouton.

Notions sommaires sur les métamorphoses et les migrations des parasites

Des mollusques. – Du colimaçon et de quelques autres animaux qui sont organisés à peu près de la même manière.

Mollusques marins qui produisent des matières colorantes (pourpre).

De la sèche. – Conformation. - Encre de la sèche (sépia), etc.

Mollusques acéphales. – Moules d'eau douce. – Huîtres perlières, etc.

Tarets. – Dégâts qu'ils occasionnent en perçant le bois des navires, des pilotis, etc.

Notions sur le corail et quelques autres *zoophytes*. – Mode de formation des polypiers ; – Rôle de ces animaux dans l'économie générale de la nature. – Formation des récifs et des îles de corail dans l'océan Pacifique, etc. – Quelques notions sur la nature des éponges.

Infusoires – Notions relatives à l'existence d'animaux qui sont trop petits pour être visibles sans le secours du microscope ;

Anguillules de la colle et du vinaigre. – Monades, etc.

Résumé.

Coup d'œil général sur la classification naturelle du règne animal. – Résumé des principaux caractères des embranchements des classes et des familles les plus importantes.

BOTANIQUE

Etude de la nutrition des végétaux. Ses applications à la culture

1. *Germination*, c'est-à-dire leur faire semer 8, 15 ou 20 jours avant la leçon, suivant le temps nécessaire pour leur développement, diverses graines : froment, orge, choux, haricots. – Faire les pesées nécessaires pour leur montrer la perte en poids de ces graines à l'état desséché à 100°.
 - Nécessité de la présence de l'oxygène de l'air.
 - Dégagement d'acide carbonique sous une cloche.
 - Destruction d'une partie de la fécule.
 - Formation du sucre.
 - Germination en grand dans la fabrication de la bière.
 - Elévation de température.
 - Absence de coloration verte à cette époque.
 - Développement des feuilles cotylédonaire et de la gemmule.
 - Commencement de l'accroissement réel.
 - Conditions favorables à la germination dans la culture.
2. *Rapports de la plante avec le sol*. Absorption par les racines.
 - Matières solubles seules absorbées.
 - Nature des matières solubles contenues dans le sol ;
 - Composition du sol cultivé.
 - Changement qu'il éprouve par la culture, le drainage, les amendements, les engrais.
 - Rapports de la structure des racines avec l'absorption.
 - Terminaisons des radicelles et poils radiculaires.
 - Influence du degré de division, de la profondeur et de la direction des racines.
3. *Rapports de la plante avec l'atmosphère*.
 - Transpiration. – Conditions qui la font varier. – Quantité. – Organes par lesquels elle s'opère.
 - Respiration. – Absorption ou exhalation gazeuse. Pendant la nuit elle est analogue à celle qui a lieu pendant la germination. – Dégagement d'acide carbonique. – Perte de carbone.
 - Sous l'influence de la lumière solaire dans les parties vertes. – Fixation du carbone de l'acide carbonique de l'air.
 - Influence de ces deux modes de respiration.
 - Etiollement. – Insolation. – Coloration intense. – Applications à la culture.
4. Mouvements des liquides dans la racine, la tige et les feuilles.
 - Parties par lesquelles s'opère la transmission des liquides du sol jusqu'aux feuilles ;
 - Tissus de transmission. – Fibres ligneuses et vaisseaux.
 - Parties de la tige dans lesquelles s'élaborent des matériaux pour la nutrition de la plante. Parenchyme de la moelle, des rayons médullaires et du bois.
5. Nature de la sève ascendante.
 - Matières absorbées dans le sol et dissoutes sur son trajet dans la racine et la tige.
 - Sèves sucrées de divers arbres. – Sève de l'érable, du bouleau etc. – Palmiers à sucre.
 - Variations; sucre et vin de palmiers à diverses époques de la végétation.
6. Nature des sucs élaborés ou modifiés par la transpiration et la respiration.
 - Latex ou sucs propres.
 - Sève descendante.
 - Fécule, sucre, etc. déposés ou sécrétés dans diverses parties du parenchyme.
7. Nutrition générale des plantes.
 - Eléments minéraux puisés dans le sol.
 - Cendres variant suivant le sol et la plante.
 - Eléments des matières organiques puisés dans le sol et dans l'air.
 - Origine du carbone, de l'azote, de l'hydrogène et de l'oxygène.
 - Influence des amendements et des engrais.
 - Plantes parasites.
8. Développement des tissus des végétaux ; – Division et multiplication des cellules.
 - Constitution des jeunes cellules et des tissus adultes.
 - Soudures des tissus ; greffes.
 - Accroissement des divers organes et des tiges ligneuses en particulier.
9. Produits divers élaborés par les plantes ; leur siège habituel.
 - Fécule, sucre, inuline; huiles fixes, résines, huiles essentielles, caoutchouc, matières colorantes, alcalis et acides organiques, etc.
10. Applications de ces études sur la nutrition à la culture des végétaux.

GÉOLOGIE

Les leçons de la seconde année sont consacrées à l'étude de la série complète des terrains stratifiés, en passant rapidement sur ceux qui ont peu d'importance par les produits qu'on en retire ou qui n'occupent qu'une faible étendue en France.

Ces terrains sont rattachés à ceux même du pays étudié dans la première année, qui servent de point de départ pour considérer ceux qui leur sont superposés et ceux qui leur sont inférieurs.

On ne peut donc pas tracer une marche identique dans toutes les écoles.

Les terrains de sédiments, stratifiés régulièrement, permettent d'établir une chronologie essentielle en géologie. On doit signaler leurs inclinaisons diverses, leur défaut de parallélisme, qui conduit à admettre des changements dans la forme de la surface du sol à diverses époques, et le bouleversement des couches primitivement déposées horizontalement.

A défaut d'observations directes, on montre aux élèves des figures représentant ces diverses modifications de la stratification.

Importance de ces différences dans la stratification pour distinguer des formations successives.

Présence fréquente des débris organiques dans les terrains de sédiments. Ils font connaître les êtres contemporains de ces terrains et la nature du milieu dans lequel le terrain s'est formé, leurs différences plus ou moins grandes dans les formations différentes.

On doit insister sur les terrains qui offrent une grande étendue et une grande utilité :

Terrains ardoisiers ;

Terrains houillers ;

Grès des Vosges et grès bigarré ;

Terrains salifères ;

Terrains jurassiques et lias ;

Craie ;

Terrains tertiaires, exemples de différents bassins, parisien, aquitain, provençal, Auvergne, etc. en insistant sur ceux qui se rattachent le plus à la localité où l'école est située.

Diverses formations de ces terrains tertiaires.

Caractères paléontologiques, minéralogiques de ces divers terrains.

Les terrains quaternaires, diluviens et alluvions, qui jouent un grand rôle dans la formation du sol cultivé et dans l'enveloppe superficielle de la terre, ne doivent pas être négligés; ils conduisent aux dernières révolutions du globe et à l'origine de l'homme.

Ceux de ces terrains qui sont le siège d'exploitations importantes doivent être étudiés avec plus de détails, au moyen de coupes et d'échantillons.

Troisième année *(2 heures par semaine)*

ZOOLOGIE

Notions sur les principaux phénomènes physiologiques

Respiration. – Relation des animaux avec l'atmosphère ; – nécessité de l'air pour l'entretien de la vie. – Examen comparatif des phénomènes de la respiration et de la combustion ; – Organe de la respiration: poumons, trachées, respiration des animaux aquatiques; branchies ; – Mécanisme de l'inspiration et de l'expiration chez l'homme, le cheval, etc.

Sang. – Notions sur le sang et sur ses usages physiologiques.

Manière dont ce liquide nourricier est distribué aux différentes parties du corps. – Artères, veines, cœur; action de cet organe comme pompe foulante; Explication du phénomène du pouls.

Digestion. – Notions sur la nature des aliments. – Rôle de la digestion ; – Agents qui opèrent la digestion : 1° de la chair, etc., 2° de la fécule, etc., 3° des graisses.

Phénomènes mécaniques de la digestion. – Mastication. – Notions sur les dents. – Tube digestif et ses annexes.

Absorption, exhalation, sécrétions. – Absorption par les veines et par les vaisseaux lymphatiques. – Structure et usage des glandes.

Formation de la graisse. – Circonstances qui influent sur ce travail.

Production du lait. – Composition chimique et propriétés de ce liquide. – Procédés pour en constater la falsification.

Résumé général sur les fonctions de nutrition.

Mouvements. – Notions sur le mécanisme des mouvements. – Charpente solide du corps. – Mode d'articulation des os. – Rôle des muscles. – Rôle des os comme leviers.

Sensibilité. – Organes de la sensibilité; nerfs et parties centrales du système nerveux ; – fonctions de ses organes ;

Du toucher ; – structure de la peau.

Du goût ; – conditions nécessaires pour la perception des saveurs ; – influence réflexe des sensations de cet ordre sur la production des agents digestifs.

De l'odorat ; – conformation de l'appareil olfactif.

De l'ouïe ; – structure de l'appareil auditif ; – transmission des sons ; – rôle du pavillon de l'oreille, du tympan, de la caisse, etc. dans l'audition. – Indication de diverses causes de surdité.

De la vue ; – structure du globe de l'œil ; – condition de la vision distincte ; – marche des rayons lumineux dans l'intérieur de l'œil ; – rôle de la pupille et de la choroïde ; – yeux des albinos ; – myopie et presbytie ; – diverses causes de cécité ; – organes moteurs et protecteurs de l'œil ; – usage et production des larmes.

Coup d'œil sur les principales différences physiologiques qui existent entre les diverses classes d'animaux.

BOTANIQUE

Classification et botanique appliquée

Principes des classifications en général

1. Espèce, races, variétés, hybrides. Moyens de les conserver ou de les faire varier par la culture.
2. Genres et familles naturelles; associations à divers degrés. – Exemples.
3. Classification naturelle générale.
4. Classifications artificielles. – Système de Linné ; – Principe des diverses méthodes.

ÉTUDES DES PLANTES USUELLES, DE LEUR CULTURE ET DE LEURS EMPLOIS

Examen des principales familles naturelles, considérées surtout au point de vue des plantes utiles, faisant partie de nos cultures ou introduites par le commerce pour l'économie domestique ou l'industrie.

DICOTYLÉDONES

5. Rosacées. – Arbres fruitiers, à noyaux et à pépins; fraisier, myrtacées, giroflier.
6. Légumineuses. – *Papilionacées*, espèces alimentaires et fourragères; plantes oléifères; arachides. – *Coesalpinées*, bois de teinture. – *Mimosées*, gommiers.
7. Cucurbitacées alimentaires. – Aristoloches, rafflésia, népenthés, formes remarquables.
8. Ombellifères alimentaires, aromatiques, vénéneuses.
9. Caryophyllées, œillet, saponaire. – Chénopodées alimentaires. Betterave. – Polygonées, sarrasin, oseille, rhubarbe.
10. Urticées, chanvre, *urtica nivea*, houblon, mûrier, mûrier à papier, orme. – Arbre à pain.
11. Laurinées, camphrier, cannellier, – Renonculacées. – Nymphéacées.
12. Crucifères alimentaires et oléifères. – Résédacées, gaude.
13. Papavéracées. – Pavot, opium, huile. – Linées, lin.
14. Vinifères. – vigne.
15. Euphorbiacées. – Ricin, suif végétal, manioc, etc.
16. Malvacées, coton. – Tiliacées, tilleul, cacaoier.
17. Oléinées. – Olivier, frêne. – Ericacées. – Bruyères, leur extension géographique.
18. Labiées. – Produits aromatiques. – Verbénacées. – Bois de teck. – Bignoniacées, sésame.
19. Solanées, tabac. – Poisons de cette famille. Convolvulacées. – Patate, jalap, cuscute. – Gentianées.
20. Rubiacées. – Garance, café, quinquina, etc.
21. Composées oléifères et alimentaires. – Chicorée, laitues, carthame, madia, topinambours, etc.
22. Amentacées. – Arbres forestiers et alimentaires, châtaignier, chêne, noisetier, hêtre, etc.
23. Bouleau, aulne, peuplier, saule, noyer.
- 24, 25. Conifères. – Bois et résines. Distribution géographique. – Cycadées. Sagou. – Intérêt de ces deux familles au point de vue géologique.

Pour toutes ces familles la description botanique doit être très sommaire et s'attacher autant au mode de végétation qu'aux caractères essentiels de la fructification: la distribution géographique, la culture et les usages des plantes les plus importantes doivent être signalés en particulier.

GÉOLOGIE

On consacre cette année à l'étude des terrains non stratifiés, considérés comme d'origine ignée.

La marche la plus naturelle consiste à examiner d'abord les volcans actuels, leurs produits et leurs modes d'action.

Les phénomènes qui les environnent, solfatares, sources chaudes, etc.

Les sources thermales, qui, sur des points plus éloignés, sont des phénomènes analogues.

Les puits artésiens, qui, à des profondeurs connues, nous montrent l'accroissement des températures du sol, et nous amènent à la conclusion d'une température toujours croissante et d'une chaleur centrale du globe, dont les volcans sont actuellement la manifestation la plus puissante, et qui a dû se présenter aux époques plus anciennes avec une force encore supérieure.

État fluide, par fusion, du globe à l'état primitif.

Des produits des volcans actuels, laves, etc. on passe à l'étude des volcans éteints d'Auvergne, de l'Ecosse, etc. – laves, basaltes, trachytes qui les constituent.

Cette étude conduit à l'examen des masses porphyriques, et celle des granits et des autres roches complètement cristallines les plus différentes de celles de l'époque actuelle viendrait en dernier.

Les époques auxquelles la formation de ces roches peut se rapporter sont déterminées par leurs rapports avec les formations des sédiments.

Plusieurs de ces roches paraissent avoir précédé tous les terrains de sédiment et sont nommées terrains primitifs.

D'autres correspondent aux terrains de sédiment les plus anciens.

D'autres enfin se rapportent à des époques beaucoup plus récentes.

Tous ces terrains sont dépourvus de restes organiques.

Ils sont souvent riches en minéraux remarquables et en minerais utiles.

Indication des principaux gîtes de métaux ou d'autres substances utiles contenues dans les terrains cristallins ou non stratifiés.

Dispositions de ces substances en masses ou en filons.

Mode de formation des filons, détermination de leur âge.

Quatrième année
(2 heures par semaine)

ZOOLOGIE

Résumé général

APPLICATION DE LA ZOOLOGIE À L'AGRICULTURE ET À L'INDUSTRIE

Animaux de boucherie. – Des animaux considérés comme producteurs de matières alimentaires.

De l'élevage et de l'engraissement des animaux de boucherie ; circonstances qui influent sur la rapidité avec laquelle le résultat voulu peut être obtenu et sur les rapports qui existent entre la quantité d'aliments consommés par un animal et la quantité de viande ou d'autres substances comestibles qu'il fournit.

Notions sur le repeuplement des eaux.

Des animaux considérés comme producteurs de force motrice.

Pelleteries et laines. – Structure et développement des poils ; – influence des saisons et des climats sur le pelage des animaux ; – animaux employés en pelleterie ; – feutrage des poils ; – chapellerie.

Laine ; – exemples de moutons à laine courte et à laine longue ; – mérinos, etc. – suint ; – disposition des glandes sudorifères et sébacées de la peau.

Matières cornées. – Nature des ongles, sabots, cornes, etc. mode de développement de ces parties tégumentaires.

Écaille ; – Son origine.

Fanons.

Emploi de ces matières dans l'industrie.

Insectes utiles. – Insectes qui vivent aux dépens des espèces nuisibles à l'agriculture et en limitent ainsi la multiplication ; – exemples, ichneumons et autres parasites.

Insectes, qui en piquant les végétaux, déterminent la formation de produits utiles: noix de galle.

Insectes dont le corps renferme des substances utiles en médecine ou dans les arts. – Exemples : cantharides, cochenille.

Insectes qui produisent de la cire, du miel, de la soie ; – compléter l'étude des vers à soie et des abeilles considérée au point de vue agricole et industriel.

Insectes nuisibles à l'agriculture. – faire connaître les mœurs de ces animaux, les dégâts qu'ils occasionnent et les moyens de les combattre.

Sauterelles et criquets voyageurs ; – exemples de dévastation produites par ces animaux en Algérie, en orient, etc.

Insectes nuisibles au blé, etc. – Charançons, teigne, alucite.

Insectes qui attaquent les arbres forestiers ; – scolytes, etc. chenilles.

Insectes qui attaquent les fruits, etc. – pyrale de la vigne; larves qui se logent dans les fruits charnus, tels que les pommes et les poires.

Dans le midi, on parlera des insectes qui attaquent les oliviers.

APPLICATION DE LA PHYSIOLOGIE À L'HYGIÈNE

Alimentation. – Conditions à remplir; introduction dans le sang d'une quantité de matière organisable, de matières combustibles et de matières minérales, égale à celle de ces mêmes substances que l'être vivant emploie : 1° pour l'accroissement de ces organes ou la réparation des pertes subies par ceux-ci ; 2° pour l'entretien de la combustion respiratoire ; 3° pour contrebalancer les pertes dues à l'évaporation et à d'autres excréments.

Influence du poids du corps sur la ration d'entretien. – Influence de l'âge. – Influence du repos ou du travail musculaire sur les besoins de l'organisme. – Rapport entre la production de la force musculaire et l'activité de la combustion respiratoire. – Utilité de la variété dans le régime alimentaire. – Rôle des condiments.

Matières organiques. – De la conservation des matières organiques en général et plus particulièrement des matières alimentaires. – Rôle des animalcules et des végétaux microscopiques dans la destruction de ces substances. – Manière de les détruire et d'empêcher leur introduction dans les substances alimentaires. – Conserves d'Appert.

Utilité de la cuisson des aliments pour empêcher l'introduction des parasites dans le corps humain. – Notions sur l'introduction de quelques vers intestinaux. – Exemples; notions sur l'origine du tournis chez les moutons.

Poisons. – Notions sur le mode d'action des poisons. – Action locale des caustiques, etc. (acide sulfurique par exemple) ; – Action générale ou éloignée des matières absorbées. – Exemples: alcool, opium.

Utilité de l'épiderme pour préserver de l'action de beaucoup de matières toxiques. – Empoisonnement par des vapeurs ou des gaz.

Notions sur le mode d'action des contre-poisons. – 1° Contre-poisons directs, exemple: utilité du blanc d'œuf lorsque du sublimé corrosif a été introduit dans l'estomac ; 2° contre-poisons indirects, exemple: utilité du café dans le narcotisme.

Action de l'alcool. – Ivresse. – Folie furieuse des ivrognes, appelée *delirium tremens*.

Asphyxies. – Distinction entre les asphyxies simples et les asphyxies toxiques. – Asphyxie par submersion. – Asphyxie déterminée par les gaz acide carbonique, oxyde de carbone, acide sulfhydrique, etc.

Feu grisou des mines. – Utilité de la lampe Davy. – Notions sur la flamme. – Théorie de cette lampe.

Premiers secours à donner aux asphyxiés. – Rétablissement des mouvements respiratoires, etc.

Poussière. – Influence nuisible des poussières. – Insalubrité de certaines professions. – Mode de préservation.

Influence nuisible de certaines vapeurs.

Influence des émanations marécageuses, etc. – Matières en putréfaction. – Miasmes.

Ventilation des maisons, des écuries, etc.

Influence de la température sur l'homme.

Influence du froid sur les très jeunes animaux. – Sur la mortalité des enfants nouveaux-nés.

Influence de l'exercice sur le développement des forces musculaires.

Influence de l'eau, du climat, etc. – Habitations humides.

Bains froids, tièdes et chauds.

Influence de la propreté sur les fonctions de la peau.

Résumé sur les conditions les plus favorables à la santé et à la longévité.

Comparaison entre la durée moyenne de la vie chez les hommes qui travaillent au grand air, tels que les jardiniers, et les ouvriers sédentaires qui sont habituellement exposés à l'action d'une atmosphère impure.

Augmentation de la durée de la vie moyenne en France à mesure que le bien-être est devenu plus général.

BOTANIQUE

BOTANIQUE APPLIQUÉE PLANTES USUELLES, CULTURE ET EMPLOIS

Monocotylédones

1. Liliacées alimentaires. – Oignons. – Asperges. – Phormium ou lin de la Nouvelle Zélande ; – Amaryllidées. – Agave.
2. Iridées. Crocus; safran. – Dioscorées; Ignames. – Joncées.
3. Palmiers, usages très variés. – Bois. – Fibres. – Féculé. – Sève sucrée. – Sucre et vin de palme. – Huile de palme.
4. Musacées : Bananiers alimentaires et textiles. – Marantacées. – Féculé. – Zingibéracées, curcuma amomum, gingemba.
5. Orchidées : Vanille. – Salep.
6. Graminées alimentaires ; céréales: froment, seigle, orge, avoine, riz, maïs, sorgho, millet.
7. Graminées fourragères. – Graminées saccharifères : Canne à sucre, sorgho sucré. – Cypéracées.
8. Aroïdées ; - Phénomènes singuliers de chaleur. – Tubercules alimentaires. – Colocase, choux caraïbe.

Cryptogames

9. Fougères; aromatiques, quelquefois alimentaires ; – Lycopode; sa poussière ou poudre.
10. Mousses, peu d'usages. – Polytric; brosses. – Hépatiques; marcantia vulgaire.
11. Lichens ; alimentaires. – Orseille et tinctoriaux.
12. Champignons. – Classification: espèces alimentaires et vénéneuses. – Amadou.
13. 14. Champignons parasites. – Maladies des végétaux. – Charbon, carie, rouille, ergot des céréales; oïdium de la vigne; maladies de la pomme de terre, de la luzerne, du safran, etc.
15. Algues. – Varechs ou goémons. – Engrais. – Soude et iode; espèces alimentaires.

RÉCAPITULATION D'APRÈS LA NATURE DES USAGES PRINCIPAUX.

16. Plantes alimentaires. – Diverses familles qui les fournissent.
17. Aliments accessoires. – Sucres. – Épices. – Café. – Cacao.
18. Plantes oléagineuses indigènes et exotiques.
19. Plantes tinctoriales.
20. Plantes résineuses et analogues. – Caoutchouc. – Gutta-percha.
21. 22. Plantes textiles. – Origines très diverses.
23. 24. Plantes médicinales principales.

GÉOLOGIE

Géographie physique générale

Distribution des eaux à la surface du globe; Mers; composition de leurs eaux, leurs variations. Courants gazeux.

Lacs et mers intérieures.

Grands cours d'eau et bassins hydrographiques.

Montagnes. Dispositions par chaînes. Leur direction. Époques diverses de la formation de ces chaînes de montagnes. Leur constitution géologique.

Volcans. Leur répartition à la surface du globe.

Atmosphère. Vents habituels ou dominants; vents réguliers, alizés ou moussons.

Nuages, pluie, neige, grêle. Orages, ouragans.

Distribution générale de la température sur le globe. Température moyenne; température des diverses saisons; températures extrêmes.

Influence des mers, des continents et des vents habituels sur le climat. Climats extrêmes ou continentaux; climats tempérés ou maritimes.

Influence de ces diverses conditions physiques sur la distribution géographique des végétaux spontanés et des végétaux cultivés.

Notions générales de géographie botanique.

* * * * *

PROGRAMMES DE L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE CLASSIQUE DES LYCÉES (1874)

CLASSE DE SECONDE

Distinction des êtres organisés et inorganiques. Animaux et végétaux.

Zoologie

Notions sommaires sur l'appareil digestif des Mammifères et sur la digestion.
Appareil circulatoire des Mammifères. Cœur, artères, veines, vaisseaux lymphatiques.
Appareil respiratoire. Notions succinctes sur l'air, l'oxygène, l'acide carbonique, la composition de l'eau.
Organes du mouvement. Squelette des vertébrés, muscles.
Système nerveux. Nerfs moteurs et sensitifs. Organes des sens.
Division du règne animal en embranchements. Divisions des Vertébrés en classes.
Division des mammifères en ordres Indication de quelques familles et de quelques genres en insistant sur les caractères essentiels des groupes les plus remarquables, et prenant les exemples parmi les animaux utiles ou nuisibles.
Oiseaux, Reptiles, Batraciens, Poissons (exemples des groupes les plus remarquables).
Principales classes des annelés : Insectes, Arachnides, Crustacés, Annélides (animaux utiles ou nuisibles).
Mollusques. Principaux groupes (animaux utiles ou nuisibles)
Zoophytes. Principaux groupes (animaux utiles ou nuisibles). Infusoires, animaux microscopiques.

Botanique

Notions sommaires sur les racines, les tiges, les feuilles.
Idée succincte de la nutrition et de la respiration chez les végétaux.
Fleurs. Parties essentielles. Notion sur le mode de formation du fruit; indication de ses parties essentielles.
Graine. Germination. Rôle des cotylédons.
Division du règne végétal en plantes dicotylédones, monocotylédones et acotylédones. Plantes dicotylédones polypétales et monopétales. Plantes monocotylédones. Plantes acotylédones ou cryptogames.
Exemples choisis dans ces diverses classes parmi les espèces les plus répandues.

CLASSE DE PHILOSOPHIE

(Le professeur révisé et complète dans ce cours l'enseignement donné en seconde).

Zoologie

Organisation comparée des animaux et des végétaux. Tissus animaux.
Fonctions de nutrition. Absorption.
Digestion: appareil digestif; aliments. Vaisseaux chylifères.
Circulation: sang, cœur, artères, veines.
Respiration: poumons, branchies, trachées. Asphyxie. Chaleur animale.
Sécrétion: glandes; peau. Appareil urinaire.
Squelette. Muscles. Mécanisme du mouvement.
Organes. Production des sons : voix.
Systèmes nerveux: nerfs moteurs, sensitifs.
Actions réflexes.
Organes des sens;
Classification: embranchements du règne animal. Classe des vertébrés; ordres des mammifères.

Botanique

Tissus des végétaux.
Racines, tiges, feuilles. Circulation de la sève ; accroissement des végétaux.
Fleur ; fécondation ; fruit ; graines ; germination.
Classifications : systèmes artificiels, méthode naturelle ; subordination des caractères ; choix des caractères dominateurs.
Dicotylédones, monocotylédones, acotylédones.
Distribution géographique des végétaux et des animaux.

Géologie

Constitution générale de notre globe; Phénomènes géologiques de l'époque actuelle; Torrents; fleuves; lacs; mers; sédiments; phénomènes de transport; glaciers. Rôle de l'atmosphère dans la désagrégation des roches; terre végétale. Chaleur centrale; tremblements de terre; soulèvements et abaissements; phénomènes volcaniques; sources thermales; eaux minérales; puits artésiens.
Phénomènes géologiques anciens; Disposition des roches qui forment la croûte solide du globe. Roches ignées. Roches

sédimentaires ou stratifiées. Fossiles végétaux ou animaux; notions générales sur leur ordre de succession. Filons. Phénomènes de soulèvement. Formation des chaînes de montagnes.

Notions sommaires sur les terrains de sédiments anciens ou primaires ; sur les terrains moyens ou secondaires ; sur les terrains supérieurs ou tertiaires et quaternaires.

* * * * *

Programmes de l'enseignement secondaire classique

Classe des lettres des lycées et collèges. (1880)

CLASSE DE HUITIÈME

Éléments d'histoire naturelle des animaux

(Note : cet enseignement sera fait exclusivement au point de vue descriptif, avec l'emploi fréquent des types originaux et d'objets figurés. Il sera complété par les excursions instructives.)

Différences des êtres vivants et des corps inanimés.

Différences apparentes des animaux et des végétaux. Ce qu'on entend par *règles*. Les plus gros êtres vivants; les plus petits visibles à l'œil nu, à la loupe, au microscope.

Animaux terrestres, aquatiques, volants; diurnes et nocturnes.

Distribution des animaux les plus connus dans les régions arctiques, tempérées, torrides.

Croissance de l'animal. Allaitement. Oeufs et poussins. Métamorphose de la grenouille, du ver à soie, de la mouche.

La chasse et la pêche. Animaux utiles, nuisibles, domestiques.

Différences entre les animaux. Animaux ayant des os ou des arêtes; squelette.

Animaux dépourvus de squelette et formés d'anneaux.

Animaux à peau molle, sans coquille, comme la limace, ou avec une coquille.

Vers de terre.

Animaux ayant l'apparence de plantes.

Animaux couverts de poils, ayant des mamelles.

Animaux couverts de plumes. Fabrication des nids.

Animaux froids: serpents, tortues, lézards, grenouilles, poissons.

Éléments d'histoire naturelle des végétaux

L'enseignement aura pour objet l'examen successif des organes d'un certain nombre de plantes, choisies dans les divers groupes naturels parmi celles dont l'observation offre le plus de facilités, tant par la vulgarité des espèces que par l'ampleur relative des organes floraux. Le professeur donnera la préférence aux plantes qui servent à d'utiles applications.

L'examen s'étendra à tous les organes de la plante: racine, tige, feuille, fleur (calice, corolle, étamines, pistil, graine, fruit).

Le professeur choisira ses exemples dans les grandes divisions aujourd'hui adoptées (dicotylédones, monocotylédones, cryptogames), de sorte que l'élève se trouvera naturellement initié à la connaissance de ces divisions.

Exemples de plantes qui pourront servir d'objet d'étude

Dicotylédones

La grande pervenche, le laurier rose ;

La patate (aliment), le liseron (âcre, purgatif) ;

La pomme de terre (aliment), le tabac (poison) ;

Le muflier (plante ornementale), la linaira ;

Le laurier blanc, la sauge, la menthe ;

La primevère, l'oreille d'ours (plante ornementale) ;

L'aspérule, le caille-lait, la garance (plante tinctoriale) ;

Le chèvrefeuille (plante ornementale), le sureau ;

Le bleuet, la jacée ;

La chicorée, la laitue (plantes alimentaires) ;

Le grand soleil (oléifère), le souci ;

Les campanules (ornementales, alimentaires) ;

La carotte, l'angélique (alimentaires) ;

Le potiron, le melon (alimentaires) ;

Le pommier, le poirier, le cerisier, le prunier (alimentaires) ;

Le rosier à fleurs simples et à fleurs doubles (indiquer dans celui-ci la métamorphose des étamines en pétales) ;

Le fraisier (réceptacle alimentaire), la ronce, la framboise ;

Le haricot, le pois (alimentaires par péricarpes et graines) ;

Le trèfle, le sainfoin, la luzerne (fourrages, employés pour les prairies artificielles) ;

L'oranger (fruit alimentaire, fleurs donnant une eau distillée, objet d'important commerce) ;

La rose trémière (ornementale), la mauve ;

Le géranium et le pélargonium ;

La vigne (produit le vin); indiquer ses ennemis (phyloxera etc.); la vigne vierge (s'attache aux murs par des crampons-ventouses);

L'aillet (ornemental); la saponaire (principe qui fait mousser l'eau et enlève les taches) ;

La giroflée (ornementale), le chou (alimentaire) ;

Le coquelicot; le pavot (donne l'opium) ;

Le sarrasin (alimentaire) ;

Le ricin (ornemental, oléifère); l'euphorbe (suc laiteux très âcre) ;
Le chêne (arbre forestier, gland alimentaire) ;
Le pin, le sapin (arbres toujours verts).

Monocotylédones

Le lis, la tulipe, la jacinthe (fleurs ornementales) ;
Le narcisse, l'amaryllis (fleurs ornementales) ;
L'iris de Florence (ornemental; son rhizome à odeur de violette; expliquer en quoi cet organe diffère des racines) ;
L'orchis, l'ophrys (curieuses formes de beaucoup de leurs fleurs) ;
Le blé, le seigle, l'orge, l'avoine, le maïs et le riz (alimentaires).

Cryptogames

Fougère mâle (ténifuge); fougère aigle ;
Prêle ou queue de cheval (la prêle d'hiver sert à polir les métaux par la silice qui incruste sa surface) ;
Le polytric ou grande mousse ;
Truffe, agaric (champignon de couche) et bolet (cèpe de Bordeaux) ;
Lichen ;
Algue d'eau douce, algue marine.

CLASSE DE SEPTIÈME

Éléments d'histoire naturelle des pierres et des terrains.

Pierres

Pierres qui font effervescence avec les acides (le vinaigre).
Calcaire: pierre à bâtir, marbre, craie. Action de la chaleur sur le calcaire: four à chaux; ses usages; mortier.
Pierres qui ne font pas effervescence avec les acides. Pierre à plâtre: action de la chaleur, plâtre, propriétés du plâtre.
Argile: plasticité de l'argile; l'argile perd sa plasticité par l'action d'une température élevée; briques, poteries, faïence, porcelaine.
Pierres siliceuses: cristal de roche, agate, silex, pierre à fusil, pierre meulière, grès.
Granit. Structure complexe du granit.
Sables et cailloux roulés.

Terre végétale

Débris de roches mêlés à des détritiques d'origine organique; humus.
Terres légères et sablonneuses, perméables à l'eau et à l'air.
Terres fortes et argileuses, plus ou moins imperméables; marnes.
Amendements. Engrais.

Eau

Eau des mers, des lacs, des rivières.
Glaces du pôle. Glaciers.
Torrents.- Ravinements. Effets du déboisement des montagnes. Creusement des vallées. Dépôts de sable et de vase. Infiltration des eaux pluviales dans les sols perméables. Sources. Puits.

Terrains

Terrains de sédiments. Fossiles.
Terrains ignés. Volcans.
Carrières et mines. Exploitation à ciel ouvert et par galeries.
Carrières de pierres calcaires, de marbre, de plâtre, d'ardoises.
Mines de houille: origine végétale de la houille. Graphite : crayons. Diamant.
Mines de sel gemme et sources salées.
Mines d'or, d'argent, de plomb, de cuivre, de fer. Echantillons de minerais.

PREMIERS ÉLÉMENTS DES SCIENCES EXPÉRIMENTALES

Description et explication des principaux phénomènes

Poids.- Balance.

L'eau

Vases communicants. Applications.
Corps flottants.
Glace. Vapeur d'eau; sa présence dans l'atmosphère. Pluie.
Sources. Eaux potables.
Exemples de dilatation des corps par la chaleur. Thermomètre.
Pression atmosphérique. Vent.
Orages. Foudre.
Le soleil, source de chaleur et de lumière.
Corps bons ou mauvais conducteurs.- Les vêtements.
L'air. Son rôle dans l'oxydation des métaux et la combustion. Chauffage. Eclairage.
Pain. Vin. Vinaigre. Huile. Sucre. Savon.

CLASSE DE CINQUIÈME

Zoologie

(1h par semaine)

Variété du règne animal; divisions. L'homme. Espèces animales sauvages; espèces domestiques; espèces éteintes. Familles. Classes.

VERTÉBRÉS : Idées du squelette

INVERTÉBRÉS: division en articulés, mollusques, vers, polypiers, animaux microscopiques.

Classe des Mammifères. Pelage; allaitement; variétés de forme.

Anatomie sommaire de l'homme ou d'un animal domestique. Principaux appareils et leurs fonctions.

Singes, forme des membres; singes anthropoïdes; singes de l'ancien et du nouveau continent.

Chauves-souris; modifications du membre antérieur; mœurs.

Insectivores; hérisson; taupe, ses mœurs.

Rongeurs. Principaux rongeurs. Le castor, ses mœurs.

Animaux carnassiers : 1^o marchant sur la plante des pieds : l'ours; la loutre, ses pieds palmés ; 2^o marchant sur les doigts: le chien (conformation des membres, origine, variétés, domestication; chien de garde, de berger, de trait).

Lions, tigres, chats : analogie de forme, habitat.

Eléphants : description, habitat; ivoire. Mammouth.

Cheval, âne; conformation des extrémités, mors, ferrure.

Ruminants : conformation des extrémités; bœufs, cerfs; cornes, bois.

Rumination. Les animaux domestiques: la vache, le mouton, le lait, la laine.

Les phoques.

Les cétacés; les baleines, véritables mammifères; taille, pêche, huiles, fanons.

Classe des oiseaux. Organisation. Bec, plumes, pattes, ailes. Vol. Instincts. Migrations.

Oiseaux de proie diurnes : aigles, faucons, vautours.

Oiseaux de proie nocturnes : chouettes, hiboux.

Echassiers : grues, marabouts, cigognes.

Passereaux : alimentation variable ; oiseaux utiles et nuisibles.

Moineaux, corbeaux, hirondelles, oiseaux de paradis, oiseaux-mouches.

Grimpeurs, perroquets.

Palmipèdes : cygnes, oies, canards, mouettes, pélicans.

Gallinacés : faisan, coq, paon, dindon.

Pigeons.

Oiseaux coureurs impropres au vol : autruche, nandou, casoar.

Classe des Reptiles. Formes diverses. Tortues; crocodiles et lézards ; serpents.

Classe des Batraciens. Peau nue. Avec ou sans queue. Métamorphoses de la grenouille. Venin du crapaud.

Classe des Poissons. Vie et respiration aquatiques ; ouies, mode de progression, queue, nageoires, écailles.

Poissons osseux : la morue; pêches de Terre-Neuve, salaison ; le hareng; le maquereau ; la sardine, pêche des côtes de Bretagne.

Poissons cartilagineux : la raie et les requins. Poissons électriques: la torpille.

Pisciculture.

ARTICULÉS. Division : insectes, mille-pattes, araignées, crustacés.

Insectes : organisation (notions sommaires); nombre des pattes; ailes; métamorphoses.

Disposition des mâchoires.

Insectes suceurs : puceron ; phylloxera ; punaise ; cochenille ; carmin ; gales des arbres.

Insectes lumineux : vers luisants.

Insectes chanteurs : la cigale, la sauterelle, le grillon.

Papillon ; histoire du ver à soie ; chenilles ; mues ; chrysalides ; cocons ; maladies des vers à soie.

Petits papillons : teignes, pyrale.

Coléoptères : hanneton, calandres, cerf-volant.

Fourmis : mœurs; termites, éphémères.

Abeilles : la ruche, le miel, la cire.

Insectes n'ayant que deux ailes : mouche, larve; cousin.

Crustacés aquatiques : le crabe, l'écrevisse, la crevette.

Organisation de l'écrevisse (notions sommaires).

Crustacés terrestres: cloportes.

Araignées. Nombre des pattes ambulatoires ; crochets, fil, toile, instincts.

Scorpions.

Animal de la gale ; animaux parasites; mites du fromage.

MOLLUSQUES

Le poulpe; organisation (notions sommaires). Os de seiche. Argonaute, Limace, escargot (anatomie sommaire : poumon, coquille, opercule).

L'huître et la moule ; coquille à deux valves ; adhérence aux corps extérieurs ; ostréiculture.

Huître perlière, nacre; perles, pêches, fausses perles.

Le taret et les digues.

VERS

Ver de terre, sangsue.

Vers intestinaux : ascaride, ténia. Trichine.

ANIMAUX RAYONNÉS

Apparence rayonnée des oursins et des étoiles de mer.

Les méduses, les anémones de mer; urtication.

Les polypiers et leurs animaux, le corail, les îles madréporiques.

Notions élémentaires sur les éponges; pêche.

Notions très élémentaires sur les animaux dits *infusoires* ; phosphorescence de la mer.

Idée générale des groupements zoologiques. Types.

Classe de quatrième

Géologie (1 h jusqu'à fin février)

A. Modifications continues du sol.

Dégradation des roches par l'action de l'eau et de l'air. Recul des falaises de la Manche. Creusement des vallées. Dépôt de sable, de vase. Formation des deltas. Désagrégation des roches granitiques; argile, kaolin.

Glaciers. Moraines. Blocs erratiques; Dunes.

Sources thermales; leurs dépôts; Origine des filons métallifères.

Volcans. Origine des filons de roches. métamorphisme de contact.

Soulèvement et affaissements lents;

Tremblements de terre. Failles.

B. Notions sur les principales roches, les principaux terrains et les principales périodes géologiques.

Roches ignées fondamentales. Roches stratifiées ou de sédiments. Roches ignées intercalées.

Utilité des fossiles (animaux et végétaux) pour caractériser les terrains et les étages. Mollusques d'eau douce; mollusques marins.

Terrains primaires et de transition. Mollusques, crustacés et poissons.

Terrain silurien. Ardoises.

Terrain dévonien. Marbre des Pyrénées.

Terrain houiller. Distribution des dépôts houillers. Origine et exploitation de la houille.

Terrains secondaires. Ammonites. Belemnites. Grands reptiles. Premiers mammifères.

Terrain triasique. Amas de sel gemme et de gypse.

Terrains jurassiques. Marbres compacts, calcaires oolithiques.

Terrain crétacé. Nature de la craie. Nodules de silex, de pyrite et de phosphate de chaux.

Terrains tertiaires. Nummulithes et cérites. Mammifères. Pierre à plâtre de Paris. Faluns de Touraine et d'Aquitaine. Volcans éteints de l'Auvergne.

Terrains quaternaires. Diluvium. Période glaciaire. Apparition des animaux et des végétaux actuels. Homme préhistorique; cavernes à ossements; armes et instruments primitifs.

Etude de la carte géologique de France dans ses traits principaux. Histoire de la formation du sol de la France.

Botanique

(1 h à partir de mars)

Le professeur considérera successivement dans la série végétale:

La racine; la tige; la feuille et les stipules; les glandes, les poils, les calicules, les involucre; L'inflorescence; la corolle, les étamines envisagées notamment dans leur nombre, leur position ou symétrie, leur insertion; le pistil et ses parties diverses (ovaires, styles, stigmates, placentas, ovules), le fruit et la graine.

Sans approfondir les questions de physiologie végétale, le professeur devra cependant indiquer d'une façon sommaire les fonctions des diverses parties des plantes, après qu'il en aura décrit les caractères organographiques.

Il fera comprendre, par des exemples, ce qu'on entend par embranchement, classe, famille, tribu, genre, espèce, variété. Il prendra comme types les familles les plus importantes ou les plus remarquables par leur organisation, par les avantages ou les dangers que présentent les espèces qui les composent. Ces familles devront être choisies dans la liste suivante:

DICOTYLÉDONES

Gamopétales hypogynes

Apocynées : Poisons redoutables dans la tribu des strychnées.

Convolvulacées : Racines ordinairement purgatives, alimentaires dans la patate.

Solanées : généralement vénéneuses (tabac, belladone, mandragore, jusquiame, etc.); alimentaires dans la pomme de terre, l'aubergine, la tomate.

Scrophularinées : Toxiques (digitale); purgatives (gratiole ou herbe au pauvre homme) ou inertes (muflier, véronique); toute une tribu (rhinanthacées) formée d'espèces parasites sur les céréales ou les graminées des prairies.

Borraginées ou aspérifoliées : Remarquables par leur inflorescence scorpioïde; racines souvent tinctoriales.

Labiées : (Aromatiques, riches en huiles essentielles, objet d'un commerce important) menthe, lavande, etc.

Primulacées : L'anagallis passe pour vénéneux, ainsi que la nummulaire; l'oreille-d'ours des Alpes et la primevère à grandes fleurs sont ornementales.

Gamopétales périgynes

Rubiacées : Elles donnent le café, le quinquina, la garance.

Synanthérées : Plusieurs espèces sont alimentaires (artichaut, cardon, scorsonère, laitues et chicorées); les graines huileuses du grand soleil servent à engraisser les volailles; celles du *Madia sativa* sont l'objet d'un important commerce.

Campanulacées : Plusieurs espèces ornementales, d'autres alimentaires. La tribu des lobéliacées renferme des suc d'une brûlante âcreté.

Caprifoliacées : Plantes surtout ornementales.

Dialypétales

Ombellifères : Plantes ordinairement aromatiques et alimentaires (carotte, panais, persil, cerfeuil, angélique), parfois d'odeur désagréable et malfaisante; la petite (souvent spontanée dans nos jardins) et la grande ciguë, l'oenanthe safranée, etc.

Cucurbitacées : doux aliments (potiron, melon, concombre), ou dangereux purgatifs (bryone, coloquinte, élatérie.)

Légumineuses : Aliments importants pour l'homme (pois, fèves, haricots, etc.) et les animaux (trèfles, luzerne, etc.); donnent les gommés arabiques du Sénégal; parfois violents poisons (fève du Calabar).

C'est aux légumineuses qu'appartiennent les plantes les plus remarquables par les phénomènes de sommeil et d'irritabilité que présentent leurs feuilles (sensitive, etc.).

Rosacées : Elles donnent la plupart des fruits des vergers et des jardins (pomme, poire, pêche, abricot, amande, prune, cerise, fraise, framboise); les plus belles plantes ornementales (rosier, spirées, etc.); le laurier-cerise, le pêcher, le cerisier de Sainte-Lucie produisent un poison terrible: l'acide prussique, et de l'essence d'amandes amères par leurs feuilles; la pêche, la cerise, la prune, l'abricot, l'amande amère, renferment ce poison dans leurs graines.

Rutacées : Plantes odorantes; telle est l'abondance de la vapeur d'huile essentielle exhalée par la fraxinelle, qu'elle peut être enflammée par une allumette approchée des fleurs.

Anrantiacées : Fruits alimentaires; glandes à essence dans toutes les parties de la plante.

Mahvacées : Plantes ornementales, d'autres alimentaires. La tribu des byttneriacées donne le cacao.

Géraniacées : Ornementales; quelques espèces fournissent en abondance une essence à odeur de rose très utilisée.

Caryophyllées : Ornementales; principe savonneux; la nielle des blés est vénéneuse.

Crucifères : Essence sulfo-azotée; alimentaires (chou, radis); oléifères (colza).

Papavéracées : Opium, huile d'oeillette.

Polygonées : Fruits alimentaires (sarrasin); feuilles acidulées par le bioxalate de potasse (oseille); racines purgatives (rhubarbe) ou riches en tannin (bistorte).

Renonculacées : Ornementales (anémone, adonis, renoncule d'Asie, clématite, aconit rose de Noël, dauphinelle, etc.), acres et dangereuses (ellébore, aconit, etc.).

Euphorbiacées : Plante à suc laiteux très âcre, graines purgatives (ricin, croton, etc.).

Urticées : Ecorces textiles (chanvre, ortie de Chine, etc.); fruits alimentaires (figue, mûre).

Amentacées : Tous nos arbres forestiers à feuilles caduques, dits bois feuillus (chêne hêtre, peuplier, saule, bouleau, aune, etc.).

Conifères : Arbres forestiers, dits arbres verts (pins, sapins); donnent des térébenthines, essences et résines. Nombreuses espèces de fossiles.

MONOCOTYLÉDONES

Liliacées : Plantes ornementales (lis, tulipe, jacinthe, etc.); plusieurs alimentaires (oignons, asperges).

Narzissées : Ornementales (jonquille, narcisse, amaryllis, etc.).

Iridées : Ornementales; rhizomes souvent âcres ou odorants (iris de Florence).

Orchidées : presque toutes ornementales, surtout les *epidendres* ou filles de l'air; parfois alimentaires (salep, vanille).

Graminées : Donnent les céréales et les prairies naturelles.

Palmiers : Utilisations très variées.

CRYPTOGAMES VASCULAIRES

Coup d'œil sur les grandes espèces fossiles.

Equisétacées : Epiderme de la tige silicifié, et utilisé pour le polissage des métaux (prêle d'hiver);

Lycopodiées : Les spores servent à produire les flammes sur les théâtres.

Fongères : Ornementales; rhizomes et racines renommées contre le ténia.

CRYPTOGAMES CELLULAIRES.

Mousses : Ordinairement nitrifères, engrais riche en azote.

Lichens : Quelques espèces alimentaires ou tinctoriales.

Algues : Beaucoup d'espèces marines sont gélatineuses et alimentaires.

Champignons : Aliments (truffe, orange vraie, cèpe, agaric de couche, etc.) ou poison (beaucoup d'amanites, etc.).

Classe de philosophie

(deux heures et demie par semaine)

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE ANIMALES

L'individu: problème de l'espèce.

Classification naturelle. Familles. Classes. Types.

Types nettement définis: vertébrés, articulés, mollusques, coelentérés; types moins bien définis: tuniciers, vers, échinodermes,

protozoaires.

Ce qu'on entend par unité de plan.

Type vertébré: vertèbres, membres.

Type articulé: zoonites, appendices.

Type mollusque: pied, manteau, coquille.

Type coelenthéré.

Organismes microscopiques: infusoires, microbes.

Rapports de l'organisme et de son milieu. Exemples d'adaptations: mammifères volants, pisciformes; animaux aveugles; commensaux et parasites.

Variabilité des formes animales: hérédité, sélection naturelle.

Multiplication, reproduction des êtres vivants. Animaux vivipares et ovipares. Développement, métamorphoses, migration, formes alternantes.

Individus isolés, individus agrégés.

Mœurs, instincts et intelligence; instincts indépendants de la forme des organes. Sociétés animales.

Structure intime du corps des animaux. Éléments anatomiques: cellules, fibres, humeurs. Idée générale d'une cellule.

Vie cellulaire; greffe, régénération, reproduction après scission.

Éléments anatomiques libres; globules du sang. Éléments anatomiques agrégés en tissus; principaux tissus.

Substance vivante: éléments minéraux constitutifs; principes immédiats. Substances albuminoïdes.

Protoplasma. Propriétés de la substance vivante.

Echange nutritif: équilibre nécessaire entre l'apport et le rejet. Résultat le plus général: oxydation chez les animaux; réduction dans les parties vertes des plantes.

Transformation des forces dans l'organisme: force mécanique, chaleur, électricité, lumière, actions chimiques.

Évolution de l'être vivant simple ou composé. Mort; décomposition cadavérique. Reviviscence.

ÉTUDE SPÉCIALE DE L'HOMME

Description anatomique sommaire. Organe; appareil; fonctions; division du travail physiologique.

Principaux appareils: squelette; muscles; centres nerveux; organes thoraciques; organes abdominaux; organes des sens.

Appareil de la digestion: dents; salive, aliments inorganiques, organiques; leurs transformations. - Absorption.

Le sang: globules rouges et blancs; coagulation

Circulation: historique (Harvey). Cœur; artères; veines; vaisseaux capillaires; pouls. Circulation de la veine porte; le foie: fonction glycogénique (Claude Bernard); la bile.

Idée sommaire de l'appareil lymphatique.

Appareil de la respiration: fosses nasales; arrière-gorge; trachée-artère; poumons; circulation pulmonaire; changement de couleur du sang. Asphyxie; mal de montagne; cloche à plongeur.

Chaleur animale (Lavoisier).

Sécrétions. Reins: urée. Sueur. Larmes.

Fonctions de relation rapports de l'être vivant et du monde extérieur; mouvement; sensibilité générale; sensibilités spéciales; phénomènes intellectuels.

Description sommaire du système nerveux: encéphale; moelle épinière, nerfs moteurs et sensitifs, mixtes; système grand sympathique, nerfs vasomoteurs.

Propriétés générales des nerfs; effets divers de leur excitation

Mouvements. Os: leur composition; principaux os des membres.

Muscles: fibre musculaire; muscles de la vie animale et de la vie organique; phénomènes de la contraction.

Larynx: voix; voyelles; consonnes.

Organes des sens: mécanisme des sensations. Rôle des nerfs et des centres nerveux. Rêves; hallucinations.

Odeur et goût. Fosses nasales; langue; papilles. Odeurs et saveurs des corps. Toucher. La peau; les poils; les ongles. Variété des sensations tactiles.

Ouïe. Constitution de l'oreille. Subjectivité des sensations auditives. Limite des sons perceptibles: son simple, son composé, harmonique. intervalles musicaux.

Vue. L'œil et ses annexes; mouvements de la pupille. Subjectivité des sensations visuelles. Vision monoculaire, monochromatique. Formation de l'image rétinienne, marche des rayons lumineux dans l'œil, *punctum caecum*, accommodation, myopie, presbytie, lunettes.

Persistence de l'image rétinienne, fatigue rétinienne, images consécutives, phosphènes. Vision des couleurs, contraste simultané et successif.

Vision binoculaire.

Mouvements associés des deux yeux, appréciation des distances; angle visuel. Illusions d'optique, stéréoscope, pseudoscope.

Fonctions des centres nerveux cérébro-spinaux.

Encéphale. Hémisphères cérébraux: substance grise et substance blanche; leurs fonctions. Tentatives de localisations cérébrales.

Bulbe rachidien. Entrecroisement des pyramides antérieures.- Noeud vital. Cervelet.

Moelle épinière; Actions réflexes; actions réflexes adaptées; actes sympathiques.

Notions d'anatomie et de physiologie comparées des animaux autres que les mammifères, en prenant un exemple dans chaque classe pour les Vertébrés, et dans chaque type pour les Invertébrés.

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE VÉGÉTALES

Anatomie

Éléments anatomiques (cellule, fibre, vaisseau)

Tissus considérés:

Dans la tige (dicotylédones, monocotylédones, cryptogames vasculaires);

Dans la racine (dicotylédones, monocotylédones);

Dans la feuille (nervures, épidermes, parenchymes, symétriques et asymétriques), stomates;
Dans l'anthère et le pollen;
Dans l'ovaire, l'ovule, le style, le stigmate, le fruit et la graine.

Morphologie générale

Origine des parties de la fleur.
Métamorphoses ascendante et descendante.
Loi de symétrie florale.

Physiologie

Fonction de nutrition

Absorption des matériaux nutritifs, sève ascendante, sève nourricière, transpiration, respiration, transformations des matières absorbées, assimilation et désassimilation. Formation de substances organiques et organisées à l'aide de substances inorganiques.

Fonction chlorophyllienne.
Excrétions diverses.
Modes d'accroissement des tiges et des racines des végétaux.
Mouvement et sensibilité dans les végétaux.

Fécondation.

Actes préparatoires, actes essentiels, phénomènes consécutifs.
Chaleur développée à l'époque de la fécondation.

Germination.

Conditions intrinsèques à la graine.
Conditions extérieures essentielles (eau, air, chaleur) et accessoires (électricité, alcali végétal, acides, chlore, ozone, etc.).

* * * * *

PROGRAMMES DE L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE DE JEUNES FILLES (1882)

Première année *Zoologie et botanique*

L'étude des sciences naturelles commence, en première année, par des notions élémentaires sur les animaux et les plantes. Ces notions seront données à l'aide d'objets mis entre les mains des élèves, et avec des dessins exécutés sous leurs yeux. Elles seront très utilement accompagnées d'excursions. On exercera les élèves à l'usage du microscope. – Le premier semestre est consacré à l'étude des animaux et le second est réservé à la botanique, afin qu'on puisse examiner des plantes vivantes dans l'ordre de leur floraison.

Zoologie

(une heure par semaine pendant le premier semestre)

Différences des êtres vivants et des corps inanimés; - Les animaux et les végétaux.

ANIMAUX

Animaux ayant des os. Animaux dépourvus d'os et formés d'anneaux. Animaux à peau molle avec ou sans coquille. Animaux ayant l'apparence de plantes.
Les grandes divisions du règne animal.

Vertébrés. Mammifères, oiseaux, reptiles, batraciens, poissons. Conformation générale du corps adaptée au mode d'existence aérienne ou aquatique.

Invertébrés. Annelés, mollusques, rayonnés, protozoaires.

Insister plus particulièrement sur les insectes vulgaires.
Leurs métamorphoses. Histoire des abeilles, des fourmis, du ver à soie, des papillons.

Botanique

(une heure par semaine pendant le second semestre)

On devra étudier la botanique avec des plantes vivantes

Notions sur les parties essentielles de la plante.

Examen d'une plante fleurissant au printemps (telle la Giroflée).— Ses principaux organes: racine, tige, feuille, fleur.

Germination d'une graine (telle que la graine du Pois, du Haricot ou du Blé). Premier développement des organes de la plante : racine, tige, feuilles nourricières (cotylédons).

Racine, tige, feuille.

Comparer entre elles quelques plantes prises pour exemple (telles que: Giroflée, Pois, Primevère, Jacinthe) et y faire reconnaître les organes analogues.

Fleur.

Comparer entre elles quelques plantes (telles que: Giroflée, Primevère, Fraisier): y faire reconnaître les parties analogues de la fleur: calice, corolle, étamines, pistil, ovules.

Fruit.

Indiquer la forme du fruit et la disposition des graines. (Pois, fruit du Colza, Prune, Pomme).

Développement de la plante.

Formation dans la plante de provisions de nourriture: dans la racine (Betterave, Carotte, etc.); dans la tige (Pomme de terre); dans les feuilles (Oignons, etc.). Herbes, arbres. Plantes annuelles, bisannuelles, vivaces.

Les diverses plantes.

Comparer une plante à fleurs et une plante sans fleurs. Examiner successivement un certain nombre de plantes vivaces dans l'ordre de leur floraison et indiquer, à propos de chacune d'elles, quelles sont les plantes voisines les plus connues et quelles sont les applications.

On pourrait adopter, par exemple, l'ordre suivant:

Pomme de terre. Primevère. Lamier blanc. Muflier. Bleuet. Salsifis. Marguerite. Giroflée. Coquelicot. Vigne. Fraisier. Pois. Chêne.

Pin. Sapin. Lis. Orchis. Blé. Seigle. Orge. Avoine. Maïs. Fougère. Prêle. Mousses. Champignon. Varechs. Lichens.

Détermination des plantes dans les excursions botaniques.

Notions sommaires sur les principaux groupes végétaux : Dicotylédones, Monocotylédones, Cryptogames.

Deuxième année

Géologie

(une heure par semaine pendant le premier semestre)

Principaux matériaux qui constituent le sol.

Calcaires. Pierre à bâtir, marbre, craie. Applications.

Pierre à plâtre. Fabrication du plâtre.

Argile. Terre à brique, à poterie, à porcelaine.- Marnes; leur application à l'agriculture.

Cristal de roche. Agate, silex.

Sables. Fabrication du verre.

Granit (mica, feldspath, quartz), porphyre, diamant et pierres précieuses.

Houille, lignite, tourbe : leur emploi.

Sel gemme.

Carrières, minerais et mines.

Terre végétale. Sa composition, sa formation.

Phénomènes actuels.

Action destructive de l'eau: ravinement par les torrents, creusement des vallées; action de la mer sur les falaises. Eau d'infiltration, sources, puits, puits artésiens.- Pluies, torrents, rivières, fleuves, lacs, mers.

Terrains formés par les eaux; alluvions: cailloux roulés, limon, sable. Deltas. Glaciers : formation et mouvement.

Formation de la tourbe et de la houille.

Volcans et éruptions, etc.

Sources thermales.

Mouvements lents du sol, mouvements brusques : tremblements de terre.

Phénomènes anciens.

Les phénomènes anciens rapprochés des phénomènes actuels.

Périodes géologiques.

Caractères tirés de la disposition relative des couches; fossiles qu'elles renferment.

Revue rapide des terrains primaires, secondaires, tertiaires, quaternaires.

Zoologie et botanique

(une heure par semaine pendant le second semestre)

LES ANIMAUX UTILES

Animaux domestiques auxiliaires. Animaux alimentaires. Animaux à fourrures. Animaux à laine.

Animaux utiles à l'agriculture.

Pêche de la baleine, des huîtres perlières, du corail, des éponges.

LES ANIMAUX NUISIBLES

Animaux parasites. Animaux nuisibles à l'agriculture et aux produits industriels

LES PLANTES UTILES

Plantes alimentaires. Plantes industrielles. Plantes fourragères. Arbres forestiers. Quelques plantes médicinales.

LES PLANTES NUISIBLES

Plantes vénéneuses. Plantes nuisibles à l'agriculture.

Distribution des animaux et des plantes. Régions polaires, tempérées, tropicales. Variations avec l'altitude et la latitude.

Troisième année

Notions de physiologie destinées à servir de préliminaire à l'étude de l'économie domestique et de l'hygiène qui doivent être dans le cours de la même année

Notions sur la nutrition.

Absorption. Apport des aliments digérés dans la circulation. La circulation. La respiration.

La sensibilité. Le système nerveux périphérique. Le système nerveux central. Transmission des impressions sensibles de la périphérie au centre. Transmission des incitations motrices du centre à la périphérie.

Le mouvement. Les leviers passifs du mouvement ou les os. Les agents actifs du mouvement ou les muscles.

Les organes des sens. La voix.

Quatrième année ***Physiologie animale et végétale***

Physiologie animale

(une heure par semaine pendant le premier semestre)

LES FONCTIONS DE NUTRITION

La digestion. Bouches, dents, mastication, salive, suc gastrique, suc pancréatique, suc entérique. Action des sucs digestifs sur les matières albuminoïdes, féculentes, sucrées et grasses de l'alimentation.

Les fonctions du foie.

La circulation. Le sang et les globules. Coagulation du sang hors des vaisseaux. Le cœur, les artères, les capillaires, les veines.

Grande et petite circulation. Les vaisseaux lymphatiques, leur circulation.

La respiration. Les poumons, la poitrine, l'inspiration, l'expiration. L'absorption d'oxygène, l'exhalation d'acide carbonique, le sang artériel, le sang veineux, l'asphyxie.

Les combinaisons organiques. La chaleur animale. L'élimination par le foie, les reins, la peau.

LES FONCTIONS DE RELATION

Les rapports de l'être vivant avec le monde extérieur.

Le mouvement. Le squelette, les os, les articulations, les muscles. Relation des muscles avec le système nerveux central et périphérique. La station. La locomotion.

La voix. L'instrument de la voix ou le larynx. La voix, le chant, la parole.

Les organes des sens. Les nerfs spéciaux de ces organes. Rôle du système nerveux central dans la sensation.

Le toucher, la peau ; diverses sensations tactiles. L'odorat, le goût, l'ouïe. La vue, le globe de l'œil, les muscles qui le meuvent, les organes qui le protègent. La rétine et le cristallin ; accommodation de l'œil pour la vision aux diverses distances. Myopie, presbytie.

Physiologie végétale

(une heure par semaine pendant le second semestre)

Absorption par les racines. Sève ascendante; sève nourricière; transpiration; respiration; assimilation; désassimilation.

Formation des matériaux de la plante à l'aide des matières inorganiques.

Mode d'accroissement des tiges et des racines.

Germination. Conditions relatives à la graine; conditions extérieures essentielles (eau, air, chaleur).

Cinquième année

(Cours facultatif)

Physiologie animale et végétale

(deux heures par semaine pendant toute l'année)

Pendant le cours facultatif de la cinquième année, les divers groupes du règne animal et du règne végétal pourront être étudiés dans leur organisation, leur développement et leurs fonctions, au double point de vue de leurs caractères communs et de leurs différences.

Des classifications zoologiques et botaniques (la classe, la famille, le genre, l'espèce, la variété).

On pourra compléter ces leçons de morphologie et de biologie comparée par l'étude de quelques animaux et plantes fossiles correspondant aux diverses périodes géologiques.

* * * * *

PROGRAMMES DE SCIENCES DE L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE SPÉCIAL. **(1882)**

Les programmes qui étaient construits selon un système concentrique deviennent progressifs, en

cohérence avec une diminution des sorties en cours de cursus. L'horaire **d'histoire naturelle** est de 1 heure hebdomadaire en année préparatoire, en première, deuxième, troisième et cinquième année, il est de deux heures en quatrième année. La zoologie est étudiée en 1^{ère} année, la botanique en 2^{ème} année, la géologie en 3^{ème} année, l'anatomie et la physiologie des animaux en 4^{ème} année et l'anatomie et la physiologie des végétaux en 5^{ème} année

HISTOIRE NATURELLE

Cours ou année préparatoire

(une heure par semaine)

Le programme est établi d'après la différence qui existe entre les programmes des sciences naturelles du *cours moyen de l'enseignement primaire* et ceux du *cours élémentaire de l'enseignement secondaire classique*.

Première année

Zoologie

(une heure par semaine)

Etude sommaire de l'organisation de l'homme.

Donner une idée des phénomènes essentiels de la respiration, de la circulation, de la digestion et des fonctions de relation.

Examen sommaire de l'organisation du chien, du coq, du lézard, de la grenouille, de la carpe; faire ressortir de cette comparaison les caractères de l'embranchement des vertébrés.

Indiquer les traits essentiels de l'organisation des articulés (l'écrevisse, le hanneton, l'araignée).

Les vers. Les parasites. Caractères généraux des annelés.

Idée générale des mollusques.

Animaux rayonnés.

Protozoaires, infusoires. Microbes.

Vertébrés

Caractères généraux des mammifères, des oiseaux, des reptiles, des batraciens et des poissons.

Principaux ordres de mammifères et d'oiseaux.

Notions sur la classe des insectes et ses principaux représentants.

Notions sur les invertébrés utiles et nuisibles. Pisciculture.

Deuxième année

Botanique

(une heure par semaine)

Notions sur les parties essentielles de la plante: racine, tige, feuille, bourgeons. Idée sommaire de la nutrition.

La fleur. Idée sommaire de la fécondation.

Le fruit. Diverses espèces de fruit. Structure de la graine.

Les plantes dicotylédones. Caractères généraux. Principales familles.

Les plantes monocotylédones. Caractère généraux. Principales familles.

Les cryptogames.

(On ne s'arrêtera qu'aux familles les plus importantes ou les plus remarquables par leur organisation, par les espèces utiles ou nuisibles qu'elles contiennent.)

Troisième année

Géologie

(une heure par semaine)

Notions générales sur la structure de la surface générale du globe terrestre.

Modifications continues du sol à l'époque géologique actuelle.

Actions neptuniennes : transports et dépôts. Glaciers.

Actions plutoniennes : volcans, tremblement de terre, sources thermales.

Roches et fossiles.

Roches ignées fondamentales. Roches stratifiées ou sédimentaires. Roches ignées intercalées.

Les fossiles d'origine animale ou végétale.

Utilité des fossiles pour distinguer les terrains et préciser leur mode de formation.

Ordre chronologique des terrains de sédiment étages et périodes ou âges géologiques.

Terrains primaires et terrains de transition.

Terrains secondaires, tertiaires et quaternaires.

Etude de la répartition des divers terrains sur la surface du sol de la France. Carte géologique. Idée de la formation successive du sol de la contrée.

Quatrième année

Anatomie et physiologie des animaux

(deux heures par semaine)

Digestion. Aliments.

Régime alimentaire propre aux diverses espèces (animaux carnivores, insectivores, herbivores, frugivores, granivores, omnivores).

Appareil digestif. Dents; adaptation du système dentaire au régime alimentaire propre à l'espèce; bec des oiseaux.

Sécrétion salivaire. Estomac et suc gastrique. Foie et bile. Pancréas. Rôle des divers liquides digestifs.

Absorption. Le chyle et les vaisseaux chylifères. Absorption lymphatique. Absorption par les veines. Diverses voies d'absorption.

Circulation du sang. Le sang rouge des vertébrés. Idée de sa composition. Coeur. Artères, réseau capillaire, veines.

Respiration. Phénomène de l'hématose. Respiration aérienne. Respiration aquatique. Poumons, trachées. Branchies. Respiration cutanée. Asphyxie. Combustion respiratoire; chaleur animale.

Sécrétions. L'appareil urinaire et l'urée. Sécrétions de la peau.

Membranes muqueuses, séreuses. Idée des glandes et de leurs fonctions. Fonction glycogénique du foie. Production du lait.

Equilibre des fonctions de nutrition.

Engraissement des animaux (exemples empruntés aux animaux domestiques élevés en vue de l'alimentation de l'homme).

Innervation. L'axe cérébrospinal chez les vertébrés. Les nerfs sensitifs et les nerfs moteurs; les nerfs mixtes. Système nerveux des insectes.

Fonctions générales des masses centrales du système nerveux. Fonctions générales des nerfs. Actions réflexes.

Organes des sens. Toucher, ses organes spéciaux. Structure de la peau. Poils, plumes, ongles, sabots et cornes. Laine. Fourrures.

Odeur et goût.

Ouïe. Constitution générale de l'oreille chez l'homme et chez les mammifères. Idée du mécanisme de l'audition.

Organe de la voix. Idée de son mécanisme.

Vision. L'oeil et ses annexes. Idée générale du mécanisme de la vision. Presbytie; myopie.

Vision binoculaire chez l'homme.

Locomotion. Le squelette, les os, les muscles chez les vertébrés et chez les articulés.

Adaptation des formes générales du corps et des membres au genre de vie des diverses espèces. L'espèce. Les races et les variétés.

Hérédité des formes organiques et des instincts. Idée de la sélection naturelle. Sélection artificielle. Principes de l'élevage.

(application aux animaux de travail, aux animaux de boucherie, aux animaux de basse-cour).

Cinquième année

Anatomie et physiologie des végétaux

(une heure par semaine)

Axe de la plante chez les végétaux phanérogames. Racine et radicelles. Absorption par les racines. Racines adventives.

Tige aérienne ou souterraine (tronc des arbres dicotylédones; stipe des palmiers; chaume des graminées).

Feuilles, leur structure. Chlorophylle, son rôle. Respiration des végétaux.

Multiplication des plantes au moyen des organes de la végétation.

Boutures et marcottes. Bulbes. Stolons. Principaux modes de la greffe.

Circulation de la sève. Latex.

Rapports de la plante avec le sol et avec l'atmosphère. Amendements; engrais.

Composition élémentaire des tissus de la plante; origine de ses éléments.

Principes immédiats élaborés dans les tissus des plantes (sucre; féculé; corps gras; principes azotés).

Organisation générale de la fleur. Pollen. Ovule. Fécondation.

Le fruit; développement et maturation.

Organisation de la graine. Description du grain des céréales. Multiplication des plantes au moyen des graines.

Germination. Phénomènes chimiques et organiques. Feuilles cotylédonaire.

APPLICATIONS

Végétaux alimentaires pour l'homme, leur culture.

Prairies naturelles et prairies artificielles

Idée sommaire de la culture forestière. Principaux bois.

Matières textiles d'origine végétale.

* * * * *

(classes de lettres ; 1885).

Classe de sixième

(une heure par semaine, pendant toute l'année)

Zoologie

Ce cours doit être très élémentaire. Le professeur devra se borner à un très petit nombre d'exemples ; les démonstrations devront être données, soit sur des échantillons des animaux eux-mêmes, soit à l'aide des planches, ou mieux de dessins, tracés sur le tableau, propres à mettre nettement en évidence les caractères essentiels.

Etude très sommaire de l'organisation de l'homme, prise comme terme de comparaison.

Grandes divisions du règne animal.

Vertébrés

Mammifères : caractères essentiels. Exemples choisis dans les principaux ordres.

Oiseaux : caractères essentiels ; Exemples choisis dans les principaux ordres.

Reptiles : caractères essentiels ; Crocodiles, Tortues, Lézards, Serpents.

Batraciens : caractères essentiels. Métamorphoses.

Poissons : caractères essentiels. Exemples de poissons osseux et de poissons cartilagineux.

Articulés

Insectes : caractères essentiels. Métamorphoses. Exemples choisis dans les principaux ordres.

Arachnides, Myriapodes, Crustacés : quelques exemples.

Vers

Caractères essentiels. Sangsue, Ver de Terre.

Helminthes : Ténia. Migrations. Parasitisme

Mollusques

Seiche, Escargot, Moule.

Quelques mots sur les Rayonnés et les Protozoaires.

Aperçu très sommaire sur la faune des grandes régions du globe.

Classe de cinquième

(une heure par semaine, pendant toute l'année)

Botanique

Ce cours doit être très élémentaire. Le professeur devra toujours faire porter ses explications sur des échantillons de plantes mis entre les mains des élèves, soit sur des planches ou mieux des dessins tracés au tableau indiquant les caractères essentiels. L'enseignement sera complété, autant que possible, par des excursions dirigées par le professeur.

Etude sommaire des différents organes d'une plante à fleurs : racine, tige, feuille, fleur, fruit, graine. Exemples importants des variations de forme de ces organes.

Grandes divisions du règne végétal. Etude sommaire de quelques exemples choisis dans les principales familles, telles que les suivantes :

Phanérogames

Dicotylédones : renonculacées, crucifères, papavéracées, légumineuses, rosacées, ombellifères, composées, rubiacées, primulacées, solanées, personnées, labiées, amentacées.

Monocotylédones : liliacées, iridées, orchidées, palmiers, graminées.

Gymnospermes : conifères.

Cryptogames

Notions sommaires sur les cryptogames. Cryptogames sans racines : mousses, algues, champignons, lichens.

Aperçu très sommaire sur la flore des grandes régions du globe.

Classe de quatrième

(une heure par semaine pendant un semestre ;
pendant l'autre semestre, une heure par semaine sera restituée aux lettres)

Géologie

Ce cours doit être très élémentaire ; Le professeur devra toujours faire porter ses explications sur des échantillons de

roches ou de fossiles mis sous les yeux des élèves et se servir également de planches ou mieux de dessins tracés sur le tableau pour fixer les détails dans leurs souvenirs. L'enseignement sera complété autant que possible par des excursions dirigées par le professeur.

Notions sommaires sur les principales roches : granit, porphyre, argile, schiste, calcaire, marne, grès.

I.- MODIFICATIONS CONTINUES DU SOL

Dégradation des roches par l'action de l'eau et de l'air. Creusement des vallées. Alluvions, deltas, dépôts marins.

Glaciers : moraines, blocs erratiques.

Sources thermales, dépôts, filons métallifères.

Volcan. Filons de roches.

Soulèvements et affaissements lents. Tremblements de terre. Failles.

II.- NOTIONS SUR LES PRINCIPALES PÉRIODES GÉOLOGIQUES

Roches stratifiées et non stratifiées.

Utilité des fossiles pour caractériser les terrains.

Terrains primaires

Trilobites. Mollusques. Poissons;

Terrain silurien: ardoises. Terrain dévonien : marbre des Pyrénées. Terrain houiller: distribution des dépôts houillers; origine et exploitation de la houille.

TERRAINS SECONDAIRES

Ammonites. Bélemnites. Grands reptiles. Premiers mammifères connus.

Terrain triasique; amas de sel gemme et de gypse. Terrain jurassique; calcaires oolithiques. Terrain crétacé; nature de la craie; nodules de silex, de pyrite et de phosphate de chaux.

TERRAINS TERTIAIRES

Nummulites. Cérithes. Mammifères.

Calcaire grossier. Pierre à plâtre de Paris. Faluns de Touraine et d'Aquitaine. Volcans éteints de l'Auvergne.

TERRAINS QUATERNAIRES

Période glaciaire. Diluvium; Prédominance des animaux et des végétaux actuels. Homme préhistorique: cavernes à ossements, armes et instruments primitifs.

Aperçu général sur la formation du sol de la France.

Classe de philosophie

Anatomie et physiologie animales et végétales

(Deux heures par semaine, pendant toute l'année)

Le professeur ne devra faire intervenir les descriptions anatomiques ou histologiques que dans la mesure où elles pourront servir à élucider la partie physiologique.

Caractères généraux des êtres vivants. Animaux et végétaux.

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE ANIMALES

Caractères généraux des animaux. Principaux tissus.

I. Fonctions de nutrition (étude spéciale de l'homme):

Digestion: appareil digestif; aliments; phénomènes mécaniques et chimiques de la digestion.

Circulation: sang, appareil circulatoire lymphatique.

Absorption.

Respiration: appareil respiratoire; phénomènes mécaniques, physiques et chimiques.

Chaleur animale.

Appareils d'élimination: reins, glandes de la peau.

Foie. Fonction glycogénique.

Notions sommaires sur les appareils et les fonctions de nutrition dans la série animale.

II. Fonctions de relation (étude spéciale de l'homme) :

Organes des sens:

L'œil, la vision, l'accommodation. Quelques mots sur les anomalies de la vision.

L'oreille, l'audition.

L'odorat, le goût et le toucher.

Le larynx, la voix.

Appareils du mouvement: os, squelette, articulations. Muscles : structure, fonctions.

Centres nerveux: fonctions. Nerfs moteurs, nerfs sensitifs. Grand sympathique.

Principales modifications du système nerveux dans la série animale.

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE VÉGÉTALES

Caractères généraux des végétaux
Cellule végétale, formation des tissus. Principaux tissus.

I. Nutrition (étude spéciale d'une plante phanérogame):

Racine. Radicelles. Croissance et fonctions de la racine
Tige: croissance et fonctions de la tige.
Feuille: structure, croissance et fonctions.
Nutrition en général: plantes à chlorophylle, plantes sans chlorophylle. Aliments. Réserves nutritives. Respiration.

II. Reproduction (étude spéciale d'une plante phanérogame):

Fleur : enveloppes florales; structure de l'étamine; anthère; pollen; structure des carpelles; ovule. Fécondation et développement.
Fruit et graine.
Germination : phénomènes qui l'accompagnent.
Cryptogames: reproduction et formes alternantes. Parasitisme.

* * * * *

PROGRAMMES DE L'ENSEIGNEMENT SPÉCIAL
(1886)

Première année

(élèves de 10 à 11 ans en moyenne)
(2 h par semaine)

Zoologie

Etude sommaire de l'organisation de l'homme.
Phénomènes essentiels de la respiration, de la circulation, de la digestion et des fonctions de relation.
Examen sommaire de l'organisation du chien, du coq, du lézard, de la grenouille et de la carpe ; faire sortir de cette comparaison les caractères de l'embranchement des vertébrés.
Indiquer les traits essentiels de l'organisation des articulés : écrevisse, hanneton, araignée.
Caractères généraux des annelés: les vers, les parasites.
Idée générale des mollusques.
Animaux rayonnés.
Protozoaires: Infusoires. Microbes.

Vertébrés: caractères généraux des mammifères, des oiseaux, des reptiles, des batraciens et des poissons.
Principaux ordres de mammifères et d'oiseaux.
Notions sur la classe des insectes et ses principaux représentants.
Notions sur les invertébrés utiles et nuisibles.

Deuxième année

(élèves de 11 à 12 ans)
(1 h par semaine)

Botanique

Notions sur les parties essentielles de la plante : racine, tige, feuilles, bourgeons. Idée sommaire de la nutrition.
La fleur. Idée sommaire de la fécondation.
Le fruit: diverses espèces de fruits.
Structure de la graine: notions sur la germination.
Les plantes dicotylédones: caractères généraux. Principales familles.
Les plantes monocotylédones: caractères généraux. Principales familles.
Les gymnospermes. Les cryptogames.

Quatrième année

(élèves de 13 à 14 ans)
(2 h par semaine pendant un semestre)

Géologie

Notions générales sur la structure de la surface du globe terrestre.
Modifications continues du sol à l'époque géologique actuelle.
Actions neptuniennes: transports et dépôts. Glaciers.
Actions plutoniennes: volcans, tremblements de terre, sources thermales.
Roches et fossiles: roches ignées fondamentales. Roches stratifiées ou sédimentaires. Roches ignées intercalées. Métamorphisme.

Fossiles d'origine animale ou végétale: utilité des fossiles pour distinguer les terrains et préciser leur mode de formation.
Ordre chronologique des terrains de sédiments; étages et périodes ou âges géologiques.
Terrains primaires et terrains de transition.
Terrains secondaires, tertiaires et quaternaires.
Etude de la répartition des divers terrains sur la surface du sol de la France: carte géologique. Idée de la formation successive du sol de la contrée.

Cinquième année

(élèves de 14 à 15 ans)

(2 h par semaine pendant un semestre)

Anatomie et physiologie de l'homme et des animaux

Digestion. Appareil digestif. Dents. Aliments. Régime alimentaire propre aux diverses espèces (animaux carnivores, insectivores, herbivores, frugivores, granivores, omnivores).
Adaptation du système dentaire au régime alimentaire propre à l'espèce ; bec des oiseaux.
Sécrétion salivaire. Estomac et suc gastrique. Foie et bile. Pancréas. Rôle des divers liquides digestifs.
Absorption. Le chyle et les vaisseaux chylifères. Absorption lymphatique. Absorption par les veines.
Circulation. Le sang. Idée de sa composition. Cœur. Artères, réseau capillaire ; veines. Mécanisme de la circulation.
Respiration. Poumons. Trachées ; respiration aérienne. Branches ; respiration aquatique. Respiration cutanée. Phénomène de l'hématose.
Asphyxie. Combustion respiratoire : chaleur animale.
Sécrétion. L'appareil urinaire et l'urée. Sécrétions de la peau. Membranes muqueuses, séreuses. Idée des glandes et de leurs fonctions.
Fonction glycogénique du foie.
Equilibre des fonctions de nutrition.
Innervation : l'axe cérébro-spinal chez les vertébrés.
Les nerfs sensitifs et les nerfs moteurs ; les nerfs mixtes.
Système nerveux des insectes.
Fonctions générales des masses centrales du système nerveux.
Fonctions générales des nerfs. Actions réflexes.
Locomotion. Le squelette, les os, les muscles, les tendons chez les vertébrés et les articulés.

Sixième année

(élèves de 15 à 16 ans)

(2h par semaine pendant un semestre)

Anatomie et physiologie de l'homme et des animaux

Organes des sens. Toucher, ses organes spéciaux. Structure de la peau: poils, plumes, ongles, sabots et cornes.
Odorat et goût.
Oùie: constitution générale de l'oreille chez l'homme et chez les mammifères. Idée du mécanisme de l'audition;
Organe de la voix. Idée de son mécanisme.
Vision: l'œil et ses annexes; idée sommaire du mécanisme de la vision. Presbytie. Myopie. Vision binoculaire.
Adaptation des formes générales du corps et des membres au genre de vie des diverses espèces.
L'espèce. Les races et les variétés. Hérité des formes organiques et des instincts. Idée de la sélection naturelle et de la sélection artificielle.

Anatomie et physiologie des végétaux

Racines et racelles. Absorption par les racines. Racines adventives.
Tige aérienne, tige souterraine (rhizome); tronc des arbres dicotylédones ; stipe des palmiers; chaume des graminées.
Feuilles: leur structure. Chlorophylle: son rôle. Nutrition. Respiration.
Multiplication des plantes au moyen des organes de la végétation : boutures et marcottes. Bulbes. Stolons.
La greffe.
Circulation de la sève.
Latex.
Rapport de la plante avec le sol et avec l'atmosphère.
Composition élémentaire des tissus de la plante; origine de ses éléments. Principes immédiats élaborés dans les tissus végétaux (sucre; féculé; corps gras; principes azotés).
Organisation générale de la fleur: pollen. Ovule. Fécondation.
Le fruit: développement et maturation.
Organisation de la graine. Description du grain des céréales. Multiplication des plantes au moyen des graines.
Notions sur la reproduction des cryptogames.
Végétaux alimentaires pour l'homme et les animaux.

* * * * *

PROGRAMMES DE L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE MODERNE (1891)

Classe de sixième

(une heure et demie par semaine)

Zoologie

Le cours devra être très élémentaire. Le professeur devra se borner à un petit nombre d'exemples ; les démonstrations devront être données, soit sur des échantillons des animaux eux-mêmes, soit à l'aide de planches ou mieux de dessins tracés sur le tableau, propres à mettre en évidence les caractères essentiels.

Etude très sommaire de l'organisation de l'homme prise comme terme de comparaison.
Grandes divisions du règne animal.

Vertébrés. Mammifères: caractères essentiels. Exemples choisis dans les principaux ordres.

Oiseaux: caractères essentiels. Exemples choisis dans les principaux ordres.

Reptiles: caractères essentiels. Crocodiles, tortues, lézards, serpents.

Batraciens: caractères essentiels. Métamorphoses.

Poissons: caractères essentiels. Exemples de poissons osseux et de poissons cartilagineux.

Articulés. Insectes: caractères essentiels. Métamorphoses. Exemples choisis dans les principaux ordres.

Arachnides, myriapodes, crustacés; quelques exemples.

Vers. Caractères essentiels.

Mollusques. Seiches, escargots, moules.

Quelques mots sur les *Rayonnés* et les *protozoaires*.

Classe de cinquième

(une heure et demie par semaine)

Géologie et botanique

Programme de géologie

Le professeur devra toujours faire porter ses explications sur des échantillons de roches ou de fossiles mis sous les yeux des élèves ; il se servira également de planches, ou mieux de dessins tracés au tableau. L'enseignement sera complété, autant que possible, par des excursions dirigées par le professeur.

Notions sommaires sur les principales roches: granit, porphyre, argile, schiste, calcaire, marne, grès.

I. Modifications continues du sol. Dégradations des roches par l'action de l'eau et de l'air. Creusement des vallées. Alluvions, deltas, dépôts marins.

Glaciers, moraines. Blocs erratiques.

Sources thermales, dépôts, filons métallifères.

Volcans. Filons de roches.

Soulèvements et affaiblissements lents. Tremblements de terre. Failles.

II. Roches stratifiées et non stratifiées.

Fossiles ; leur utilité pour caractériser les terrains.

Aperçu général sur la formation du sol de la France.

Indication sommaire des terrains qu'on y rencontre, de leur ordre de formation, des fossiles principaux qui les caractérisent et des principales substances minérales utiles qu'ils renferment.

Idée de l'apparition successive des divers groupes d'animaux et de végétaux.

Programme de botanique

Ce cours doit être très élémentaire. Le professeur devra faire porter ses explications soit sur des échantillons de plantes mis entre les mains des élèves, soit sur des planches, ou mieux des dessins tracés au tableau, indiquant les caractères essentiels. L'enseignement sera complété, autant que possible, par des excursions dirigées par le professeur.

Etude sommaire des différents organes d'une plante à fleurs; racine, tige, feuille, fleur, fruit, graine. Exemples importants des variations de forme de ces organes.

Grandes divisions du règne végétal. Exemples empruntés à quelques-unes des familles suivantes:

Phanérogames.

Dicotylédones: renonculacées, crucifères, papavéracées, légumineuses, rosacées, ombellifères, composées, rubiacées, primulacées, solanées, personnées, labiées, amentacées.

Monocotylédones: liliacées, iridées, orchidées, palmiers, graminées.

Gymnospermes: conifères.

Cryptogames. Notions sommaires sur les cryptogames. Cryptogames à racines: fougères, prêles, lycopodes. Cryptogames sans racines: mousses, algues, champignons, lichens.

Classe de première (sciences)

Histoire naturelle

(une heure et demie par semaine)

À la démonstration des vérités scientifiques le professeur rattachera, à l'occasion, l'exposé des méthodes et l'histoire des découvertes.

Anatomie et physiologie animales et végétales

Caractères généraux des êtres vivants. Animaux et végétaux.

Anatomie et physiologie animales

Caractères généraux des animaux. Principaux tissus.

1. *Fonctions de nutrition*. (étude spéciale de l'homme):
 - Digestion appareil digestif : aliments; phénomènes mécaniques et chimiques de la digestion.
 - Circulation: sang; appareil circulatoire sanguin; mécanisme de la circulation: lymphes et canal thoracique.
 - Absorption
 - Respiration appareil respiratoire : phénomènes mécaniques, physiques et chimiques.
 - Chaleur animale.
 - Appareils d'élimination: reins, glandes de la peau.
 - Foie: ses fonctions.
 - Notions sommaires sur les appareils de la circulation et de la respiration dans la série animale.
2. *Fonctions de relation* (étude spéciale de l'homme):
 - Organes des sens.
 - L'œil, la vision, l'accommodation. Quelques mots sur les anomalies de la vision.
 - L'oreille, l'audition.
 - L'odorat, le goût et le toucher.
 - Le larynx, la voix.
 - Appareil du mouvement: os, squelette, articulations. Muscles, structure, fonctions.
 - Centres nerveux: fonctions. Nerfs moteurs, nerfs sensitifs.
 - Principales modifications du système nerveux dans la série animale.

Anatomie et physiologie végétales

Caractères généraux des végétaux.

Principaux tissus.

1. *Nutrition* (étude spéciale d'une plante phanérogame):
 - Racine. Radicelles. Croissance et fonctions de la racine.
 - Tige: croissance et fonctions de la tige.
 - Feuille: structure, croissance et fonctions
 - Nutrition en général: plantes à chlorophylle, plantes sans chlorophylle. Aliments. Réserves nutritives. Respiration.
2. *Reproduction* (étude spéciale d'une plante phanérogame):
 - Fleur: enveloppes florales, étamine, anthère, pollen, carpelles, ovule.
 - Fécondation et développement.
 - Fruit et graine.
 - Germination: phénomènes qui l'accompagnent.
 - Cryptogames: reproduction et formes alternantes. Parasitisme.

Hygiène

(douze conférences d'une heure chacune)⁴

L'eau. Les diverses eaux potables: eau de source, eau de rivière, eau de puits. L'eau de source seule est pure toutes les autres peuvent être contaminées: modes de contamination. Les moyens de purifier l'eau potable: filtration, ébullition.

L'air. De la quantité d'air nécessaire dans les habitations, etc. Dangers de l'air confiné.
Renouvellement de l'air. Ventilation. Altération de l'air par les poussières, les gaz.
Voisinage des marais.

Les aliments. Falsifications principales des aliments usuels, solides et liquides.

Viandes dangereuses: parasitisme et germes infectieux (trichinose, ladrerie, charbon, tuberculose); viandes putréfiées (intoxication par la viande de porc, les saucisses).

⁴ Ces conférences seront faites par le professeur chargé des cours d'anatomie et de physiologie.

Des boissons alcooliques. L'alcoolisme.

Les maladies contagieuses. Qu'est-ce qu'une maladie contagieuse ou transmissible ? Exemple: une maladie type dont la transmission est expérimentalement facile. Le charbon, expérience de M. Pasteur.

Indication rapide des principales maladies contagieuses de l'homme ; voies de transmission: l'air, l'eau, l'appareil respiratoire, l'appareil digestif.

Teigne, gale, fièvres éruptives, variole, rougeole, scarlatine, tuberculose.

Vaccination. Revaccination . Mortalité par variole.

Mesure de préservation. Prophylaxie. Désinfection. Propreté corporelle.

Conditions de salubrité d'une maison. La maison salubre; la maison insalubre.

Les maladies transmises par les déjections humaines: fièvre typhoïde, choléra.

Notions de police sanitaire des animaux. Maladies transmissibles à l'homme. La rage, la morve, le charbon, la tuberculose.

Abattage, enfouissement (loi du 21 juillet 1881 sur la police sanitaire des animaux).

Classe de première (lettres)

(une heure et demie par semaine) - Même programme que ci-dessus.

* * * * *

PROGRAMMES DE L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE DE JEUNES FILLES (1897)

Programmes

L'enseignement des sciences naturelles dans la 1^{ère} et la 2^{ème} année est essentiellement concret. Il a pour but d'apprendre aux élèves à voir, à comparer et à décrire les objets qu'elles ont sous les yeux. Se proposant de développer le sens de l'observation, il ne doit pas surcharger la mémoire par des énumérations fastidieuses; les nomenclatures seront rigoureusement proscrites.

Première année

ZOOLOGIE

(Une heure par semaine jusqu'au 15 avril)

Dans l'étude des groupes zoologiques on insistera d'une manière générale sur les espèces vulgaires, sur celles dont l'homme tire profit ou qui sont nuisibles. En particulier les mammifères, les oiseaux, les insectes devront faire l'objet principal du cours à cause des produits qu'ils nous fournissent, par les services qu'ils nous rendent, par les dommages qu'ils nous causent. Les descriptions seront données, toutes les fois qu'il sera possible sur des objets mis sous les yeux des élèves; à défaut des objets eux-mêmes, on fera usage de planches murales et surtout de dessins exécutés au tableau.

Les grandes divisions du règne animal

Vertébrés. Notions très succinctes sur l'organisation d'un vertébré (le chien par exemple).

Mammifères: Caractères, principaux ordres.

Oiseaux: Caractères, exemples choisis parmi les principaux ordres; protection des oiseaux utiles.

Reptiles: Crocodiles, tortues, lézards, serpents; serpents venimeux.

Batraciens: Caractères, métamorphoses.

Poissons: Caractères, poissons osseux, poissons cartilagineux. Pêche.

Articulés:

Insectes: Caractères, métamorphoses; exemples choisis dans les divers ordres; insectes sociaux.

Arachnides: Araignée, scorpion;

Myriapodes.

Crustacés: Ecrevisse, Homard.

Vers: Caractères, notions sur les vers parasites.

Mollusques: Caractères, exemples choisis dans les principales classes.

Rayonnés: Oursins, étoiles de mer; coraux, méduses.

Protozoaires. Eponges.

Notions sommaires sur la distribution des animaux à la surface du globe.

BOTANIQUE

(Une heure par semaine depuis le 15 avril)

Le cours de botanique a été reculé jusqu'au 15 avril pour permettre l'emploi de plantes vivantes dans toutes les démonstrations. Ces plantes, choisies parmi les espèces communes, devront être distribuées aux élèves de manière qu'elles puissent suivre les explications du professeur. Le résumé de ces explications pourra être ensuite donné à l'aide de planches murales et surtout de dessins faits au tableau noir.

L'étude des familles sera faite au fur et à mesure des époques de floraison, et la description d'une espèce type sera accompagnée, ensuite, d'indications sommaires sur les plantes de la même famille les plus communes, utiles à l'Homme à divers titres ou seulement nuisibles.

Le cours sera très utilement accompagné d'excursions.

Diverses parties d'une plante.

Grandes divisions du règne végétal.

Notions sommaires et purement descriptives sur les divers organes d'une plante; racines, tiges, feuilles et bourgeons.

Fleur, fruit, graine.

Etude d'un petit nombre de types choisis dans les principales familles.

On se bornera, dans la fin du cours de cette année, à l'étude des *dicotylédones gamopétales* telles que: solanées, labiées, scrofulariacées, borraginées, primulacées, composées, et des *dicotylédones dialypétales* telles que: renonculacées, crucifères, papavéracées, légumineuses, ombellifères.

Deuxième année

GÉOLOGIE

(une heure par semaine pendant un semestre)

Le cours de géologie devra être fait avec des échantillons de minéraux, roches et fossiles placés sous les yeux des élèves, à l'aide de planches murales et de dessins faits au tableau noir.

Matériaux qui constituent le sol.

Minéraux: quartz, mica, feldspath, sel gemme, gypse.

Roches essentielles: Roches feldspathiques: granits, porphyres, lave. Roches siliceuses: quartz, silex, meulière, sables siliceux. Roches argileuses: argiles, schistes. Roches calcaires: pierre à bâtir, marbres, craie. Roches marneuses. Roches combustibles: houille, lignite, tourbe.

PHENOMENES ACTUELS.

Action du vent: dunes.

Pluies, eaux de ruissellement, torrents. Eaux d'infiltration, sources, puits, puits artésiens.

Action destructive de l'eau: Fleuves et rivières, lacs, mers. Ravinement, creusement des vallées. Falaises.

Terrains formés par les eaux: Alluvions, cailloux roulés, sables, limons. Deltas. Débris d'êtres vivants: fossiles.

Glaciers: formation et mouvement.

Volcans: éruptions. Sources thermales. Mouvements lents du sol, mouvements brusques, tremblements de terre.

PHENOMENES GEOLOGIQUES ANCIENS.

Rapprochement des phénomènes actuels et des phénomènes anciens. Roches stratifiées et non stratifiées. Notions très sommaires sur la stratification, âge relatif des formations. Utilité des fossiles pour caractériser les terrains. Idée sommaire des grandes périodes géologiques avec l'indication des formes animales les plus importantes.

BOTANIQUE

(une heure par semaine pendant le second semestre)

Continuation de l'étude des principaux groupes de végétaux.

Arbres fruitiers.

Dicotylédones apétales. Quelques exemples choisis parmi les arbres forestiers: cupulifères, bétulinées, salicinées.

Polygonées, chénopodées.

Monocotylédones: étude de quelques types: liliacées, iridées, orchidées, graminées, palmiers.

Gymnospermes: conifères.

CRYPTOGAMES. *Cryptogames à racines*. Fougères, prêles, lycopodiées.

Cryptogames sans racines. Mousses. Thallophytes: algues, champignons, lichens.

Idée sommaire de la distribution des végétaux à la surface du globe.

Principales régions de cultures en France.

Quatrième année

(une heure par semaine pendant toute l'année)

I. Anatomie, physiologie animale et hygiène

Les détails anatomiques ne seront donnés que dans la mesure où ils devront servir à l'intelligence de la physiologie. Les explications seront données avec des objets placés sous les yeux des élèves, à l'aide de planches murales et de dessins faits au tableau noir.

Différences entre les êtres vivants et les corps bruts; animaux et végétaux. Principaux tissus et appareils.

FONCTIONS DE NUTRITION

Aliments: azotés, féculents sucrés, gras et aliments minéraux.

Digestion: appareils mécaniques et chimiques: dents, muscles, glandes. Action des sucs digestifs sur les aliments.

Valeur nutritive des divers aliments. Aliments complets. Ration alimentaire: alimentation de l'enfant, de l'adulte.

Accidents produits par les aliments: empoisonnement par les sels métalliques, par les aliments avariés.

Boissons. Eau. Boissons fermentées. Boissons alcooliques pures ou additionnées d'essences. Alcoolisme⁵.

Absorption: rôle des vaisseaux chylifères et des vaisseaux sanguins.

Circulation: sang, coagulation. Cœur, artères, veines. Mécanisme de la circulation, pouls.

Respiration: Poumons, cage thoracique. Mécanisme de la respiration. Échanges gazeux. Danger de la compression des organes.

Empoisonnement par l'oxyde de carbone, par les parfums. Asphyxie. Ventilation.

Air; impuretés de l'air. Climats, paludisme.

Réserves nutritives. Fonctions du foie. Nutrition des tissus: combustions organiques, chaleur animale.

Élimination des déchets de l'organisme: foie, rein, peau.

Protection contre le froid et la chaleur. Vêtements. Entretien de peau. Bains.

II. ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE VÉGÉTALES

Caractères généraux des végétaux.

Principaux tissus.

ÉTUDE DE LA NUTRITION

Racine: structure, fonctions, applications: bouturage, marcottage.

Tige: types principaux. Structure. Fonctions. Sève ascendante. Croissance de la tige en longueur et en épaisseur.

Feuille: types principaux. Structure. Fonctions. Rôle de la chlorophylle. Assimilation des éléments constitutifs de la plante puisés dans l'air ou dans le sol.

Réserves nutritives. Digestion.

Cinquième année

(une heure par semaine pendant toute l'année)

Anatomie, physiologie animales et végétales, hygiène.

I. Fonctions de relation.

Mouvement: organes passifs: os, squelette, articulation. Développement du squelette. Influences des attitudes sur la déformation du corps. Organes actifs: muscles et mécanisme des mouvements.

De l'exercice: marche, équitation, natation. Sédentarité. Dangers des exercices forcés.

Système nerveux: centres nerveux, nerfs: nerfs sensitifs et nerfs moteurs.

Organes des sens. Le toucher, la peau: sensations tactiles. L'odorat, le goût. L'ouïe: parties essentielles de l'oreille; hygiène de l'oreille.

La vue: bulbe oculaire et organes annexes; milieux de l'œil, rétine. Conditions de netteté de la vision, accommodation. Myopie, hypermétropie, presbytie. Hygiène de la vue; éclairage naturel et artificiel.

La voix. Larynx, bouche; fosses nasales; le chant; la parole; hygiène de la voix.

II. Reproduction chez les végétaux.

⁵ À Propos des boissons, le professeur insistera sur les dangers de l'alcoolisme en développant le programme suivant:

Addition: préparation et conservation des boissons. Eau potable. Eaux impures et malsaines. Moyens pratiques de conserver et de purifier les eaux.

Boissons alcooliques: boissons fermentées, cidre, bière, vin. Action physiologique des boissons fermentées. Effets nuisibles de leur abus.

Boissons distillées: eaux de vie. Effets nuisibles de leur usage habituel.

Boissons alcooliques additionnées d'essences: absinthe et autres liqueurs prétendues apéritives et digestives. Graves dangers de leur usage.

L'ivresse et l'alcoolisme: influence de l'alcoolisme des parents sur la santé des enfants.

Phanérogames: fleur, constitution générale.

Enveloppes ; étamines et pollen; pistil: carpelles et ovules.

Formation de l'œuf: hybridation. Phénomènes consécutifs à la formation de l'œuf: développement de l'ovule en graine et de l'ovaire en fruit.

Graine mûre: constitution.

Fruits; diverses sortes de fruits. Annexes du fruit.

Germination.

Cryptogames. Idée de la reproduction des cryptogames en choisissant des types parmi les diverses classes. Formation des œufs et des spores. Polymorphisme.

III. Parasitisme.

Maladies parasitaires. Notions sur quelques parasites animaux introduits par les aliments ou par l'eau.

Parasites végétaux. Champignons; bactéries.

Maladies épidémiques et contagieuses. Exemple type: la maladie charbonneuse. Idée sommaire des principales maladies transmissibles.

Précautions à prendre: isolement, stérilisation, vaccination.

* * * * *

PROGRAMMES (1898)

Classe de cinquième classique ou moderne.

(géologie jusqu'au 1^{er} janvier, botanique à partir du 1^{er} janvier)

Notions préliminaires de géologie

Ce programme est strictement limitatif. Le professeur devra toujours faire porter ses explications sur des échantillons de roches mis sous les yeux des élèves; il se servira également de planches murales et de dessins tracés au tableau. L'enseignement sera complété autant que possible par des excursions dirigées par le professeur.

Notions sommaires sur les principales roches: granite, porphyres, basalte, argile et schistes, calcaires, marnes, grès et sables, meulière, gypse.

Modifications continues du sol.

Dégradation des roches par l'action de l'eau et de l'air; creusement des vallées. Alluvions; dépôts d'eau douce et dépôts marins. Deltas.

Glaciers: moraines, blocs erratiques.

Chaleur interne du globe: sources thermales, dépôts, filons métallifères.

Volcans: filons de roches.

Tremblements de terre: déplacements des lignes de rivage.

classe de seconde (classique) et classe de troisième (moderne)

Géologie

(12 conférences d'une heure par semaine)

Dans ces conférences, l'énumération des diverses couches: étages, sous-étages, les listes de fossiles sont rigoureusement proscrites. Le professeur se bornera à faire connaître les traits principaux de chacun des âges de la terre, à décrire les formes vivantes les plus importantes au moyen d'objets mis sous les yeux des élèves, de planches murales, de photographies et de dessins exécutés au tableau noir. Quelques excursions seront indispensables pour compléter le cours.

Révision sommaire des phénomènes actuels: comparaison avec les phénomènes anciens.

Roches éruptives, roches sédimentaires, stratification, fossiles.

Les temps primaires. Principales formes animales: brachiopodes, articulés, premiers vertébrés. Alluvions végétales; origine et importance de la houille.

Répartition des mers et des continents. Principales roches.

Les temps secondaires. Ammonites, bélemnites. Extension des reptiles, premiers oiseaux et mammifères. Apparition des plantes à fleurs. Répartition des terres et des mers. Extension des récifs de coraux. Principales roches.

Les temps tertiaires. Extension des mammifères. Les découvertes de Cuvier dans le gypse. Les mers et les continents; climats. Formation des grandes chaînes de montagnes. Principales roches.

Les temps quaternaires. Phénomènes glaciaires; leur grande extension. Creusement des vallées.

Apparition de l'homme; cavernes, cités lacustres. Faune: mammoth, rhinocéros, renne.

Phénomènes volcaniques des périodes tertiaires et quaternaires.

Botanique

Aucun nouveau programme n'étant publié, c'est le précédent qui est appliqué.

classe de philosophie et classe de première (sciences)

Dans le programme de la classe de philosophie ou celui de la classe de première (sciences), l'alinéa suivant de la fin du programme d'anatomie et de physiologie animales: *Principales modifications du système nerveux dans la série animale*, est supprimé et remplacé par le programme ci-après:

Principales modifications des appareils de relation dans la série animale.

I. Notions sommaires de paléontologie⁶. Les animaux des temps primaires. Développement des invertébrés: trilobites; insectes de la houille; premiers poissons.

Les animaux des temps secondaires: ammonites et bélemnites. Développement des vertébrés à sang froid. Premiers oiseaux.

Les animaux des temps tertiaires et quaternaires. Développement des vertébrés à sang chaud. Leur rapport avec les types actuels. Histoire du cheval. L'homme.

* * * * *

**PROGRAMMES DE SCIENCES NATURELLES DES CLASSES DE LYCÉES ET DE
COLLÈGES DE GARÇONS
(1902).**

Premier cycle Division A

Classe de sixième

(une heure par semaine)

ZOOLOGIE

Le professeur se bornera à préciser les caractères et les mœurs des animaux les plus importants des diverses régions du globe.

Il ajoutera des notions sur la façon de capturer ces animaux et de les utiliser. Il s'aidera de spécimens préparés, de planches et de dessins tracés sur le tableau.

Description très sommaire de l'Homme (3 leçons).

Grandes divisions du règne animal.

Vertébrés. Caractères essentiels des 5 classes.

Mammifères : exemples choisis dans les divers ordres. *Répartition géographique.

Oiseaux : exemples choisis dans les divers ordres. Nids. *Migrations; *Protection des oiseaux.

Reptiles : crocodiles, tortues, lézards, serpents.

Batraciens : métamorphoses ;

Poissons : principaux poissons alimentaires. *Pêche et pisciculture.

Articulés .

Insectes : caractères extérieurs ; métamorphoses ; exemples les plus intéressants dans les divers ordres par les mœurs et par les produits.

Arachnides.

Crustacés ; espèces comestibles.

Mollusques. Poulpe, escargot, huîtres et moules ; *ostréiculture ; *Nacre et perles.

Vers. Lombrics. Sangsues. *Vers parasites.

Oursins et étoiles de mer.

Polypes et méduses ; corail.

Eponges.

*A compter de la rentrée 1913, les questions précédées d'un astérisque sont supprimées des programmes.

Classe de cinquième

(une heure par semaine)

⁶ Ces notions représentent, *au maximum*, la matière de cinq leçons d'une heure; le professeur s'attachera surtout à montrer les liens qui unissent les formes anciennes aux formes actuelles, et à mettre en évidence les phénomènes d'adaptation.

BOTANIQUE

Le professeur devra toujours faire porter ses explications soit sur des échantillons de plantes mis entre les mains des élèves, soit sur des planches ou des dessins tracés au tableau, indiquant les caractères essentiels.

L'enseignement sera complété autant que possible par des excursions dirigées par le professeur.

Etude extérieure des différents organes d'une plante à fleur.

Racine : ramifications, racinelles, poils absorbants, coiffe ; bouturage, marcottage.

Tige : rampantes, grimpantes, rhizomes. Troncs d'arbres, zones d'accroissement, cœur, aubier ; *quelques notions sur les usages du bois.

Feuille : modifications principales des feuilles, bourgeons.

*Régions de la racine, de la tige ou des feuilles employées comme aliments.

Fleur : constitution générale de la fleur ; *formation graduelle des parties de la fleur par les feuilles. Diverses sortes de fleurs.

*Inflorescences. Transformation de la fleur en fruit.

Fruit ; *constitution des principaux fruits alimentaires.

Graines ; *graines alimentaires, germination.

Grandes divisions du règne végétal :

Phanérogames : *Dicotylédones : Apétales, dialypétales, gamopétales.

*Monocotylédones

*Gymnospermes

Etude de quelques familles choisies parmi les plus communes ou les plus importantes de la région de chaque établissement.

Cryptogames : Fougères, prêles, lycopodes.

Mousses.

Algues ;

Champignons : espèces vénéneuses et comestibles.

*Plantes caractéristiques des diverses régions du globe.

Classe de quatrième

(une heure par semaine)

Géologie⁷

Etude des modifications du sol au moyen d'exemples choisis autant que possible dans la région.

Les pluies. Dégradations produites par l'eau en mouvement. Dénudation des montagnes. Rôle protecteur des végétaux. Importance du reboisement. Creusement des vallées. Transport des matériaux par les eaux. Alluvionnements, deltas. Sédiments, leurs caractères.

Couches perméables et imperméables ; nappes d'eau souterraines, puits ; puits artésiens. Sources. Les neiges persistantes. Formation et mouvement des glaciers : moraines ; blocs erratiques ; sources glaciaires.

Les vents. Transport des poussières et des sables ; dunes.

Roches souterraines en fusion. Leur épanchement au travers des terrains sédimentaires. Roches éruptives anciennes et récentes. Volcans, laves.

Sources thermales. Eaux minérales, émanations gazeuses.

Tremblements de terre. exhaussement et affaissement du sol. Déplacement des lignes de rivage.

Les êtres vivants. Tourbes. Récifs et îles madréporiques.

Division B

Classe de sixième

(deux heures par semaine)

(voir 6^{ème} division A pour les programmes)

Classe de cinquième

(deux heures par semaine)

Botanique et Géologie

(programmes réunis de 5^e et de 4^e A)

Classe de troisième

(une heure par semaine)

⁷ Le programme de géologie est mis en application à compter de la rentrée 1903. Le programme est modifié à compter de la rentrée 1913.

Dans ce cours, le professeur, tout en exposant dans leurs grands traits les diverses fonctions, fera connaître les données biologiques indispensables à l'homme pour assurer son alimentation et son hygiène : chasse, pêche, domestication et dressage des animaux ; il donnera des indications sommaires sur les animaux associés de l'homme pour le travail musculaire : bêtes de chasse, bêtes de somme ou de trait, bêtes de course. - Agriculture ainsi que sur les plantes ou les animaux qui fournissent les matières premières des vêtements.

- I. *Digestion*.- Composition générale des aliments : substances minérales, sucres, féculents, graisses et albuminoïdes.- Appareil digestif, transformations subies par les aliments dans ses diverses régions.
Notions très sommaires sur les sources principales des aliments les plus nécessaires : régions de production, régions d'élevage.
Hygiène de l'alimentation.- Intoxications alimentaires : champignons, viandes putréfiées.- Parasites contenus dans les viandes. Eaux contaminées, moyens de purification.
- II. *Respiration*.- Appareil respiratoire, phénomènes mécaniques, chimiques et physiques.- Air respirable. Dangers de l'air confiné.- Existence de germes dans l'air ; expériences de Pasteur.- Invasion de l'organisme par la voie aérienne : tuberculose, etc.- Larynx et phonation.
- III. *Circulation*.- Sang : appareil circulatoire, mécanisme de la circulation.- Lymphe. - Inoculation des maladies contagieuses.
- IV. *Chaleur animale*. - Production ; entretien ; conservation. - Animaux à température constante.- Laine et plume, fourrures. - Vêtements : valeur hygiénique des divers tissus d'origine animale ou végétale.
- V. *Système nerveux*.- Centres nerveux, nerfs.- Organes des sens.- Dangers des excitants (alcoolisme);- Hygiène des organes des sens.- *Hygiène de la peau.
- VI. *Appareil du mouvement*.- Os, squelette, articulations, muscles.- Exercice. - Entraînement musculaire.- Attitudes habituelles.- Importance de l'exercice et des attitudes pour l'harmonie des formes.

Second cycle. Sections A, B, C, D

Classe de seconde

Géologie⁸

(douze conférences d'une heure)

Dans ces conférences, l'énumération des diverses couches : étages, sous-étages, la liste des fossiles, sont rigoureusement prosrites. Le professeur se bornera à faire connaître les traits principaux de chacun des âges de la terre, à décrire les formes vivantes les plus importantes au moyen d'objets mis sous le yeux des élèves, de planches murales, de photographies et de dessins exécutés au tableau noir. Quelques excursions seront indispensables pour compléter le cours.

Révision sommaire des phénomènes actuels : comparaison avec les phénomènes anciens.
Roches éruptives, roches sédimentaires, stratification, fossiles.

Les temps primaires. - Principales formes animales : brachiopodes, articulés, premiers vertébrés. - Alluvions végétales ; origine et importance de la houille.
Répartition des mers et des continents. - Principales roches.

Les temps secondaires. - Ammonites, bélemnites. - Extension des reptiles, premiers oiseaux et mammifères ; - Apparition des plantes à fleurs. - Répartition des terres et des mers. - Extension des récifs de coraux. - Principales roches.

Les temps tertiaires. - Extension des mammifères. - Les découvertes de Cuvier dans le gypse. - Les mers et les continents: climats. - Formation des grandes chaînes de montagne. - Principales roches.

Les temps quaternaires. - Phénomènes glaciaires ; leur grande extension.- Creusement des vallées ; Apparition de l'homme ; cavernes, cités lacustres. - Faune : mammoth, rhinocéros, renne.
Phénomènes volcaniques des périodes tertiaire et quaternaire.

Sections A et B

Classes de Philosophie et de Mathématiques

Anatomie et physiologie animales et végétales

(deux heures par semaine)

Conseils généraux : cet enseignement doit être donné de façon à initier les élèves à la méthode expérimentale et à développer chez eux l'esprit d'observation.

Les notions purement anatomiques et histologiques seront réduites au minimum.

Sur le nombre d'heures prévues à l'horaire le professeur s'efforcera d'en réserver un certain nombre pour exercer les élèves aux travaux pratiques, ces heures s'ajouteront aux heures déjà prévues pour cet objet au règlement.

⁸ à compter de la rentrée 1913, les conférences de géologie sont supprimées.

INTRODUCTION

Phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux. - Eléments constitutifs des êtres vivants. - Multiplication de ces éléments, nutrition.

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE ANIMALES

Notion des tissus. - Leur groupement en organes.

Principaux types d'organisation dans le Règne animal. Leurs perfectionnements progressifs jusqu'aux vertébrés. - Traits fondamentaux des Vertébrés ; leurs modifications caractéristiques chez les Poissons, Batraciens, Reptiles, Oiseaux et Mammifères.

L'homme, étude spéciale des fonctions chez l'homme.

Fonctions de nutrition.- Digestion : appareil digestif ; aliments ; phénomènes chimiques de la digestion ;

Circulation : sang, appareil circulatoire sanguin ; mécanisme de la circulation ; lymph.

Absorption.

Respiration : appareil respiratoire ; phénomènes physiques et chimiques.

Chaleur animale.

Appareils d'élimination : reins.

Foie : ses fonctions.

Fonctions de relation.- Centres nerveux : fonctions, nerfs moteurs, nerfs sensitifs.

Organes des sens : l'œil, la vision, l'accommodation.

L'oreille, l'audition.

L'odorat, le goût.

La peau, le toucher.

Le larynx, la voix.

Notions sommaires de paléontologie

(les notions forment la matière de 5 leçons d'une heure au plus)

Idee générale de la configuration des continents et des mers durant les périodes primaires, secondaires et tertiaires. Changement des climats.

Les animaux des temps primaires. – Développement des invertébrés : trilobites, insectes de la houille. – Premiers poissons, premiers batraciens.

Les animaux des temps secondaires : ammonites et bélemnites.

Évolution des reptiles. – Premiers oiseaux.

Les animaux des temps tertiaires et quaternaires. – Évolution des mammifères ; origine des types actuels. – Histoire du cheval.

L'Homme.

Anatomie et physiologie végétales

Principaux types d'organisation dans le règne végétal : algues et champignons ; mousses ; cryptogames vasculaires ; caractères distinctifs des phanérogames.

Etude spéciale des fonctions chez les phanérogames.

Nutrition. – Racines, radicelles. – Croissance et fonction de la racine.

Tige : Croissance et fonction de la tige.

Feuille : structure, croissance et fonctions.

Nutrition en général : chlorophylle. – Aliments. – Nitrification dans le sol. – Réserves nutritives. – Respiration. – Plantes parasites.

Reproduction. – Fleur : enveloppes florales ; étamines, anthère, pollen ; carpelles, ovule. – Fécondation et développement. – Fruit et graine.

Germination : phénomènes qui l'accompagnent.

Comparaison des modes de reproduction chez les cryptogames et les phanérogames. – Idee de l'évolution des végétaux.

Hygiène (douze conférences d'une heure)

L'eau.– Eau de source, eau de rivière, eau de puits.– Conditions pour qu'une eau soit potable.– Contamination des eaux ; purification des eaux contaminées.

L'air.– Dangers de l'air confiné.– De la quantité d'air nécessaire dans les habitations.– Renouvellement de l'air.– Ventilation.– Altérations et contamination de l'air.

Les aliments.– Viandes saines ; danger des viandes putréfiées.– Parasites introduits dans le corps humain par les aliments (trichinose, ladrerie, charbon, tuberculose).

Boissons alcooliques.– Boissons fermentées : cidre, bière, vin.

Action physiologique des boissons fermentées.– Ivresse et ivrognerie.

Boissons distillées : eaux de vie. Effets pathologiques de leur usage habituel.

Boissons alcooliques additionnées d'essences : absinthe et autres liqueurs prétendues apéritives et digestives. Graves effets pathogéniques de leur usage.

Alcoolisme ; comment on devient alcoolique, déchéances de l'alcoolique et de sa descendance.

L'exercice.– Inconvénient du défaut ou de l'excès des exercices physiques.– Surmenage musculaire ; intoxications organiques, affaiblissement.– Refroidissements.

Les maladies contagieuses.– Indication rapide des principales maladies transmissibles ou inoculables à l'homme et de leurs modes ordinaires de propagation et d'invasion.

Maladies transmises par les déjections humaines ou les crachats : fièvre typhoïde, choléra, tuberculose.

Réceptivité et immunité. – Résistance de l'organisme.

Variole et vaccine. – Revaccination.

Inoculations préservatrices contre le charbon, la rage, la diphtérie. Durée des périodes de préservation.

La demeure. – Conditions de salubrité d'une maison : aération, insolation. – Isolement du sol. – Evacuation des résidus et des déjections. – La maison salubre, la maison insalubre.

Animaux domestiques. – Maladies qu'ils peuvent transmettre à l'homme : la rage, la morve, le charbon, la tuberculose. – l'abatage, l'enfouissement.

Notion de police sanitaire des animaux.

Mathématiques A et B

Exemples d'Exercices pratiques de Sciences naturelles⁹

(deux heures)

Conseils généraux. Voir le programme de seconde. – Dans la classe de mathématiques, un certain nombre d'exercices pratiques porteront sur la révision des questions les plus importantes des programmes de seconde et de première.

Cinq ou six séances seront consacrées à des exercices pratiques de **sciences naturelles** qui seront communes aux quatre sections de philosophie et de mathématiques.

Exemples d'exercices de sciences naturelles

Les exercices pratiques de sciences naturelles n'exigent ordinairement pas un matériel compliqué. Toutefois, comme il paraît indispensable d'initier les élèves à l'observation au moyen de la loupe et du microscope, il sera facile d'alterner les opérations et de réaliser des groupements d'élèves de manière à permettre à tous d'utiliser les instruments, en nombre restreint, que renferment les laboratoires.

Quelques exemples montreront comment on peut concevoir ces exercices qui doivent donner à l'enseignement plus de force et de pénétration et appuyer les développements donnés dans le cours sur des bases solides.

A propos de la digestion ou de la germination, on pourra faire exécuter des digestions artificielles, étudier, par exemple, l'action de quelques diastases, de la salive, de l'orge germée, du suc gastrique, etc.

L'étude du sang peut fournir la matière d'un exercice : examen microscopique du sang frais ; dessin des objets vus ; examen spectroscopique du sang ; action de l'oxygène sur le sang ; examen de la circulation du sang (têtards).

Propriétés des muscles étudiées chez la grenouille. Etude de la contraction musculaire ; action des divers excitants.

Si l'établissement possède un cylindre enregistreur, on pourra initier les élèves à la méthode d'inscription graphique des phénomènes les plus simples.

Réalisation de quelques dissections sur des organes séparés ou sur des petits animaux ; examen et dissection d'un cerveau de mouton durci à l'acide chromique avec dessins, examen, dissection et croquis de l'ensemble des organes chez une grenouille, un lézard, un poisson ; étude des mouvements, réflexes, grenouille décapitée.

Examen, dissection de quelques graines préalablement gonflées : blé, ricin, haricot, gland ; germination, observation des diverses parties de la plante ; racine, tige hypocotylée, cotylédons.

Réaliser des expériences sur la fonction chlorophyllienne, sur la transpiration, etc.

Étudier la feuille ; séparer les diverses parties de la feuille par la dissociation. Epiderme, nervures, stomates.

Exercice de dissection sur différentes fleurs ; reconstituer le plan de la fleur, la disposition des organes et compléter l'examen par les coupes transversales ; dessins.

Exercice de la loupe par l'observation d'organes très petits : fleurs de graminées, de cypéracées, examen des diverses espèces de mousses, etc.

Ces exercices pratiques devront être complétés par quelques excursions.

* * * * *

PROGRAMME DES ÉTABLISSEMENTS SECONDAIRES DE JEUNES FILLES

(1907).

Cours de troisième année

(douze conférences d'une heure)

Il doit être entendu que des douze heures de conférences prévues pour cet enseignement, il ne sera rien distrait ni pour compositions, ni en raison de congés, ni par suite d'autres circonstances quelconques.

⁹ Une circulaire ministérielle du 31 mars 1905 précise : « on a pu croire, dans certains établissements, que la physique et la chimie devaient *seules* occuper ces deux heures ; que le professeur d'histoire naturelle n'y avait pas droit, et qu'il n'avait qu'à prendre sur son cours le temps nécessaire aux exercices pratiques. Cette manière de voir ne saurait être acceptée ».

INTRODUCTION

IMPORTANCE DE L'HYGIENE EN GENERAL

Hygiène individuelle

HYGIÈNE ALIMENTAIRE

Ce qu'on doit et ce qu'on peut manger.

Aliments. - Aliments : partiels, complets. - Dangers d'une alimentation trop azotée. - Nécessité d'un régime mixte ;

Viandes : parasites de la viande.

Poissons.

Mollusques : empoisonnements et soins immédiats.

Lait : falsification. - Stérilisation. - Conservation.

Œufs.

Beurres : falsification.

Farines : leurs altérations ; pains.

Légumes.

Champignons et plantes vénéneuses : Empoisonnements et soins immédiats.

Fruits : fruits verts.

Conserves : Préparation : leurs dangers.

Boissons : eau. - Eau contaminée, parasites introduits par l'eau. - Filtrage et ébullition. - Glace à rafraîchir.

Café, thé, chocolat.

Vin, cidre, bière : falsifications.

Boissons distillées : action de l'alcool sur la digestion.

HYGIÈNE DU VÊTEMENT

Les vêtements, selon les saisons et les climats. - Propreté. - Dangers de certaines couleurs. - Vêtements de dessous. - Corsets. -

Vêtements de dessus. - Chaussures. - Coiffures.

Le lit et les vêtements de nuit

HYGIÈNE DE L'HABITATION

Construction. - Exposition. - Aération. - Lumière.

Logements insalubres.

Chauffage et éclairage.

Évacuation des déchets.

Propreté et entretien : rideaux et tapis.

Parasites de la maison.

Aménagement d'une chambre de malade.

LA LUMIÈRE

Destruction des microbes par la lumière.

Étiollement par privation de lumière.

Cours de quatrième année

(une heure par semaine)

Il doit être expressément entendu qu'il ne sera rien distrait de cette heure hebdomadaire ni pour compositions, ni en raison de congés, ni par suite d'autres circonstances quelconques.

Hygiène individuelle (suite)

HYGIÈNE DE LA DIGESTION

Hygiène de la bouche et des dents. - Nécessité d'une mastication suffisante.

Régularité des repas. - Nécessité de s'abstenir de boire ou de manger dans l'intervalle des repas.

Nécessité de la régularité de toutes les fonctions digestives.

Empoisonnements. - Empoisonnements par des substances diverses. - Soins immédiats.

HYGIÈNE DE LA RESPIRATION

L'air. - Sa composition. - Poussières. - Quantité d'air nécessaire. - Asphyxie. - Secours à donner aux asphyxiés (noyés etc.). Air confiné.

Empoisonnements par les gaz délétères ; premiers soins.

Maladies provoquées par les micro-organismes (énoncé seulement).

HYGIÈNE DU NEZ ET DE LA GORGE

Influence de la pression. - Altitude.

Liberté des mouvements respiratoires ;

HYGIÈNE DE LA CIRCULATION

Compression : ses dangers. - Syncopes : soins immédiats.

Paludisme ; moyens de préservation individuels.

HYGIÈNE DE LA PEAU

Rôle de la peau. - Frictions, massages, bains, tub.
Bains chauds et froids ; - Accidents, soins immédiats ; - Douches.
Evaporation à la surface de la peau. - Courants d'air. - Décolletage. - Congestions pulmonaires. - Dangers des poudres et fards.
Cheveux et cuir chevelu. - Lavage. Danger des teintures.
Parasites de la peau.
Piqûres, coupures, brûlures. - Pansements antiseptiques.

L'ALCOOL AU POINT DE VUE INDIVIDUEL

Suivre l'alcool dans son trajet et montrer les dégâts sur les organes traversés.
Comment on devient alcoolique.

Cours de cinquième année

(une heure par semaine)

Il doit être expressément entendu qu'il ne sera rien distrait de cette heure hebdomadaire ni pour compositions, ni en raison de congés, ni par suite d'autres circonstances quelconques.

Hygiène individuelle (suite)

HYGIÈNE DE LA VUE

Eclairage. - Myopie par insuffisance d'éclairage. - Poussières et corps étrangers.

HYGIÈNE DE L'APPAREIL AUDITIF - HYGIÈNE DE LA VOIX - HYGIÈNE DU SYSTÈME NERVEUX

Surmenage intellectuel ; surexcitation de l'imagination et de la sensibilité ; avantage de la modération au point de vue de la santé.
Congestions. - Apoplexie ; soins immédiats. - Poisons du système nerveux : alcool, tabac, morphine, éther, absinthe, etc.

EXERCICES PHYSIQUES

Influence du travail musculaire sur le fonctionnement de tous les organes.
Exercices divers ; - Gymnastique. - Effets du manque d'exercice. - Exercice exagéré. - Surmenage. - Attitudes vicieuses.

Hygiène sociale

Solidarité au point de vue de l'hygiène.

MICROBES

Microbes. - Leur rôle bienfaisant ou nuisible dans l'organisme. - Leur résistance aux agents de destruction. - Stérilisation ; désinfection.

MALADIES INFECTIEUSES EN GÉNÉRAL

Obligation morale de ne pas propager ces maladies. - Vaccination. - Isolement des malades. - Précautions à prendre pour ceux qui les soignent.

PRINCIPALES MALADIES INFECTIEUSES. (au point de vue seulement des moyens à employer pour les éviter et des précautions à prendre pour les empêcher de se propager)

Paludisme. - Fièvre typhoïde. - Diphtérie. - Scarlatine. - Rougeole. - Variole. - Varicelle. - Coqueluche. - Pneumonie. - Tétanos. - Rage. - Morve et farcin. - Charbon.

ÉTUDE SPÉCIALE DE LA TUBERCULOSE

Le bacille tuberculeux. - Voie de pénétration ; - Son origine. - Moyens préventifs à employer.
Prédispositions et causes prédisposantes. - Causes sociales de la propagation et prophylaxie sociale.
Curabilité. - La lutte contre la tuberculose.

HYGIÈNE DE LA PREMIÈRE ENFANCE

Alimentation ; - Allaitement maternel, artificiel, mixte ; leur mise en pratique ; précautions à prendre.

Les nourrices ;

Propreté ; - Habillement. - Abris et berceau (quelques exercices pratiques accompagneront l'enseignement : visites aux crèches et établissements similaires là où il sera possible).

Surveillance constante. - Pesée périodique. - Vaccination. - Dentition. - Les premiers pas. - Sevrage ;

Alimentation pendant l'année qui suit le sevrage.

Symptômes qui nécessitent l'appel du médecin.

HYGIÈNE DES PERSONNES AGÉES

Alimentation. - Exercice. - Vêtements. - Sommeil.

* * * * *

PROGRAMMES DE SCIENCES NATURELLES DES ÉCOLES PRIMAIRES SUPÉRIEURES (1920)

1^{ère} année
(1 heure par semaine)

Géologie
(4 premiers mois)

Notions préliminaires sur le globe terrestre (géographie physique générale). Indication sommaire des principaux matériaux constitutifs du sol.

Phénomènes actuels. Modifications continues de la surface terrestre.

Action des forces terrestres. L'atmosphère, ses actions diverses, le vent.

L'eau, son rôle géologique. La neige et les glaciers. La pluie. Eau de pénétration: sources, puits artésiens, cavernes, terrains perméables et imperméables.

Eau de ruissellement: torrents, influences des reboisements; rivières, tourbes, creusement des vallées. La mer, sédiments, roches sédimentaires.

Action des êtres vivants. Action des végétaux; origine des combustibles minéraux. Action des animaux; leur rôle dans la formation des roches.

Phénomènes dus à des causes internes. Chaleur interne. Les volcans, leurs éruptions, produits volcaniques; sources chaudes, eaux minérales, filons.

Botanique
(6 derniers mois)

Étude des familles (d'après les caractères extérieurs des plantes). Cryptogames cellulaires. Notions très sommaires. Champignons vénéneux. Cryptogames vasculaires. Étude rapide. Phanérogames gymnospermes. Conifères. Phanérogames angiospermes (étude d'un petit nombre de familles en insistant particulièrement sur celles qui comprennent des plantes utiles ou nuisibles et en faisant surtout connaître les plantes de la région).

Exercices pratiques. Promenades botaniques et emploi des flores.

2^{ème} année
(1 heure par semaine)

Zoologie
(6 premiers mois)

ÉTUDE DES FAMILLES (d'après les caractères extérieurs des animaux).

Quelques mots sur les protozoaires, polypes, spongiaires, échinodermes. Annélides (lombric et sangsue): quelques mots sur les vers intestinaux.

Articulés: crustacés (espèces utiles); insectes; métamorphoses; très courte revue des principaux ordres, en se bornant à l'indication des espèces utiles et nuisibles. Insister sur les abeilles, les vers à soie, les hannetons, les mouches, les moustiques et le phylloxéra.

Mollusques : huîtres, moules et leur culture.

Vertébrés: division en classes. Poissons: pêche. Utilisation du poisson.

Reptiles et batraciens: espèces utiles et espèces nuisibles.

Oiseaux: principaux groupes: espèces utiles et espèces nuisibles. Usages de la plume.

Mammifères: division en ordres. Mammifères utiles et espèces nuisibles. Fourrures et lainages.

Exercices pratiques.

Géologie
(4 derniers mois)

ÉTUDE DES TERRAINS

Les matériaux de l'écorce terrestre. Leur mode d'arrangement; leur stratification. Détermination de l'âge des couches terrestres.

L'origine de la terre et des terrains archéens.

L'ère primaire: le monde physique, le monde vivant.

L'ère secondaire: le monde physique, le monde vivant.

L'ère tertiaire: le monde physique, le monde vivant.

L'ère quaternaire: développement des glaciers; formation de la topographie actuelle. L'homme fossile.

GÉOLOGIE APPLIQUÉE

Application à l'art des mines: gisement, nature, importance des principales mines de France: houille, fer, minerais divers.

Applications aux travaux publics: matériaux de construction (granits, grès, calcaires, marbres, ardoises, pierres à chaux, ciments, pierres à plâtre, sables, argiles, etc.), matériaux d'empierrement (quartz, basaltes, porphyres, etc.).
Applications à l'agriculture: le sol et le sous-sol; amendements.
Applications à l'hygiène; notions d'hydrologie.
Lecture des cartes et coupes géologiques; exercices pratiques.

3^{ème} année

Sciences naturelles et hygiène (1 heure par semaine)

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE ANIMALES

(Le professeur dans la description des organes, prendra comme exemples, ceux du corps humain).

Fonctions de nutrition.

Digestion: appareil digestif. Dentition. Notions très sommaires sur les modifications de l'appareil digestif dans les groupes les plus importants.
Circulation: appareil circulatoire. Cœur. Artères et veines. Mécanisme de la circulation. Notions très sommaires sur les modifications de l'appareil circulatoire dans les groupes les plus importants.
Respiration: appareil respiratoire, combustion respiratoire. Notions très sommaires sur les modifications de l'appareil respiratoire dans les groupes les plus importants. Chaleur animale. Animaux dits à sang chaud et à sang froid.
Sécrétions: Glandes simples; glandes composées; principales sécrétions; sucs servant à la digestion (salive, sucs gastrique, pancréatique et intestinal, bile); lait, sueur, urine.
Coup d'œil sur ensemble des phénomènes de nutrition; pertes et gains de l'organisme.

Fonctions de relation. Leur rôle.

Système osseux: composition, forme et mode d'articulation des os. Description sommaire du squelette.
Système musculaire: action des muscles. Locomotion. Modification de l'appareil locomoteur pour servir à la marche, à la course; la reptation, la natation et le vol.
Système nerveux: encéphale, moelle épinière. Nerfs. Peau (toucher). Description rapide des organes des sens spéciaux. Appareil vocal.
Exercices pratiques. Le professeur pourra faire examiner les préparations microscopiques très nettes ou mieux encore faire voir et expliquer des projections lumineuses de photographies microscopiques. Il devra montrer un cerveau de mouton, un œil de bœuf, etc.

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE VÉGÉTALES.

(Étude de la structure et des fonctions des organes végétaux)

Notions préliminaires. Toute plante est formée de cellules. Étude sommaire de la cellule et de ses modifications. Les tissus végétaux.

Organes végétatifs. Forme et structure de la tige, de la racine et de la feuille. Mécanisme de l'accroissement. (On évitera des détails inutiles de structure des organes, mais on insistera sur la structure du bois, sur le liège, les fibres, etc.)

Fonctions de nutrition. Respiration, assimilation du carbone, transpiration.

L'aliment tiré du sol: nature, absorption et circulation.

La nutrition chez les plantes sans chlorophylle. Saprophytisme et parasitisme. Réserves nutritives.

La fleur. Forme, structure et rôle des différentes parties de la fleur. Fécondation. La graine et le fruit. Emploi des fleurs, des graines et des fruits dans l'industrie ou l'alimentation.

La germination des graines. Développement d'une plante depuis la germination jusqu'à la mort.

Multiplication végétative: bouturage, marcottage, greffage. Leur emploi et leurs avantages.

Notions sur les modifications produites par la culture sur les plantes d'ornement et les plantes de grande culture comme le blé, la betterave, etc.

Exercices pratiques. Le professeur pourra faire examiner des préparations microscopiques très nettes, ou mieux encore, faire voir et expliquer des projections lumineuses de photographies microscopiques.

Expériences très simples sur la respiration, l'assimilation, la fonction chlorophyllienne, la transpiration, la germination, la fermentation alcoolique.

Emploi des colorants pour caractériser la cellulose, le bois, etc. Herborisation.

HYGIÈNE

(12 leçons d'une heure chacune)

Hygiène de la personne. Propreté corporelle. Soins à donner à la peau, aux oreilles, aux cheveux, aux dents, etc. Nécessité de l'exercice physique.

L'eau. Les diverses eaux potables: eau de source, eau de rivière, eau de puits. Contamination des eaux.

Le moyen de purifier l'eau potable: filtration, ébullition.

L'air. De la quantité d'air nécessaire dans les habitations, etc. Dangers de l'air confiné. Renouvellement de l'air. Altération de l'air par

les poussières, par les gaz. Voisinage des marais.

*Les aliments. Alimentation**. Falsifications principales des aliments usuels, solides et liquides. Viandes dangereuses: parasitisme et microbes infectieux (trichinose, ladrerie, charbon, tuberculose); viandes putréfiées (toxines, intoxication par la viande de porc, les saucisses).

Des boissons: vins, cidres, bières, thé, café, alcool. L'alcoolisme.

Les maladies contagieuses. Qu'est-ce qu'une maladie contagieuse ou transmissible? Exemple: une maladie type, dont la transmission est expérimentalement facile; le charbon, expériences de Pasteur. Moustiques et impaludisme.

Indication rapide des principales maladies contagieuses de l'homme, voies de transmission: l'air, l'eau, la respiration, la digestion. Teigne, gale, fièvres éruptives, variole, rougeole, scarlatine, tuberculose. Transmission de la tuberculose.

Notion de police sanitaire des animaux. Maladies transmissibles à l'homme. La rage, la morve, le charbon, la tuberculose.

Abattage, enfouissement (loi du 21 juillet 1881 sur la police sanitaire des animaux).

Vaccination, revaccination. Loi du 15 février 1902. Mortalité par variole.

Prophylaxie. Désinfection. Mesures de préservation.

Hygiène de la maison. Hygiène des vêtements. Conditions de salubrité d'une maison. La maison salubre, la maison insalubre. Matières usées. Fosses d'aisances.

Les maladies transmises par les déjections humaines; fièvre typhoïde, choléra.

* Aliment complet: ration d'entretien, de croissance, de travail; calories fournies par les hydrates de carbone, les graisses et l'albumine des principaux aliments (lait, œufs, viandes, pain, légumes, etc.). Conditions hygiéniques d'un menu.

* * * * *

PROGRAMME DE SCIENCES NATURELLES (1923)

Zoologie

(Premier semestre)

Description très sommaire de l'homme (environ trois leçons).

1. Races humaines, forme et constitution générale, peau, organes des sens ;
2. Squelette et muscles, nerfs, moelle épinière et cerveau ;
3. Viscères : leur position, leurs formes, leur rôle.

Les vertébrés. Étude de quelques espèces faciles à se procurer, leurs mœurs ; rapport de leur organisation avec le mode de vie (insister sur les organes de mouvement). Utilisation de ces espèces par l'homme. Comparaison des espèces étudiées : établissement progressif de leur classification (mammifères, oiseaux, reptiles, batraciens, poissons).
Définition des vertébrés.

Botanique

(Deuxième semestre)

Étude de quelques espèces de plantes à fleurs, ligneuses et herbacées, facile à rencontrer. Mode de vie et rapport de l'organisation avec celui-ci, en dehors de toute préoccupation de classification.

Distinction de la racine, de la tige, de la feuille ; bulbes et tubercules, tiges souterraines ; troncs des arbres, zones d'accroissement, cœur et aubier, bourgeons. Taille, bouturage, marcottage et greffe.

Utilisation des racines, des tiges et des feuilles par l'homme.

Les parties de la fleur : diverses sortes de fleurs ; transformation de la fleur en fruit ; constitution et germination des graines. Utilisation par l'homme des fleurs et des fruits.

* * * * *

PROGRAMMES DE L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE DE GARÇONS (1925).

Classe de sixième

ZOOLOGIE

(Premier semestre)

Description très sommaire de l'homme (environ trois leçons)

- I. Races humaines, forme et constitution générale. Peau, organes des sens.
- II. Squelette et muscles. Nerfs, moelle épinière et cerveau.
- III. Viscères: leur position, leurs formes, leur rôle.

Les vertébrés. Étude de quelques espèces qu'il est facile de se procurer. Leurs mœurs: rapport de leur organisation avec le mode de vie (insister presque exclusivement sur les organes de locomotion et de mastication).
Utilisation de ces espèces par l'homme.
Comparaison des espèces étudiées: établissement progressif de leur classification (mammifères, oiseaux, reptiles, batraciens, poissons).
Définition des vertébrés.

Botanique (Deuxième semestre)

Étude de quelques espèces de plantes à fleurs, ligneuses et herbacées, qu'il est facile de se procurer. Mode de vie et rapports de l'organisation avec celui-ci, en dehors de toute préoccupation de classification.
Distinction de la racine, de la tige, de la feuille: bulbes et tubercules, tiges souterraines; troncs des arbres, zones d'accroissement, cœur et aubier, bourgeons.
Utilisation des racines, des tiges et des feuilles par l'homme.
Les parties de la fleur; diverses sortes de fleurs. Transformation de la fleur en fruit: constitution et germination des graines.
Utilisation par l'homme des fleurs et des fruits.

Exercices pratiques spéciaux à la section B (1 h)

(Pour l'emploi de cette heure, le professeur se reportera aux instructions ¹⁷/₈)

¹⁷/₈ Instructions relatives à l'enseignement des Sciences naturelles.

Classes de sixième et de cinquième

Enseignement- Le libellé des nouveaux programmes indique nettement l'esprit dans lequel doit être donné l'enseignement de l'histoire naturelle dans les classes de sixième et de cinquième. Cet enseignement ne vise pas à l'acquisition de connaissances verbales ; il se propose la formation de l'esprit ; il doit être avant tout une discipline intellectuelle, une éducation du jugement. A l'ancien exposé didactique de généralités, il substitue l'étude monographique concrète d'un être, vivant autant que possible. Observer, comparer, classer sont les exercices fondamentaux qu'il comporte et que la leçon professionnelle doit mettre en œuvre.

L'objet de la leçon sera donc un animal ou une plante que chaque élève pourra observer facilement ; les animaux qui ne sauraient être introduits en classe, comme certains mammifères ou reptiles, seront étudiés sur quelques bonnes figures, des photographies ou mieux encore à l'aide de projections fixes ou animées. Les plantes seront toujours assez abondantes pour que chaque élève soit pourvu d'un échantillon.

Le choix du sujet sera déterminé par les commodités locales ou saisonnières et non par l'ordre de la classification générale. Chacune de ces monographies comportera au moins une leçon, leur nombre sera forcément réduit à une quinzaine par semestre environ. L'élève trouvera dans son livre les renseignements sur les espèces communes ou curieuses dont l'étude ne pourrait trouver place dans le cours.

La leçon ne doit pas être un simple monologue du professeur ; on ne peut la concevoir autrement que dialoguée : l'élève observe, compare, classe ; le professeur dirige, rectifie, complète ce travail mental. Les descriptions purement anatomiques seront évitées et de l'organisation interne on ne retiendra que les parties essentiellement caractéristiques, faciles à observer, telles que le squelette des vertébrés, l'estomac des ruminants, la vessie natatoire des poissons, etc. ; mais le système nerveux des mollusques, l'appareil circulatoire des annélides, etc., n'ont ici aucun intérêt.

Le langage sera aussi simple que possible ; la liste des mots techniques doit être soigneusement révisée.

De toute leçon, il doit rester au jeune élève une trace matérielle : c'est pourquoi le maître dictera un résumé, non pas en une fois, mais par paragraphes, après l'acquisition de chaque fait important. En outre, il est recommandé au professeur de dessiner beaucoup et de faire reproduire sur le cahier, en face du texte du résumé, les figures schématiques tracées au tableau. Elles présentent de grands avantages sur toutes les autres : leur simplicité, leur clarté ; elles traduisent immédiatement ce qu'il faut retenir et seulement cela ; elles illustrent le résumé d'une façon satisfaisante : elles constituent elles mêmes un autre résumé qui se retient aisément. Surtout, ne jamais reproduire une planche murale ou une figure du livre ; ce serait seulement un très mauvais exercice de dessin, sans profit pour l'étude de l'histoire naturelle.

Séances de direction de travail et d'observation.- L'exercice d'observation, auquel une demi heure hebdomadaire est consacrée en sixième, cinquième et quatrième pour les élèves de la section A, une heure hebdomadaire pour ceux de la section B, ne doit pas être une leçon surajoutée au cours ; dans la leçon, le professeur dirige l'observation sur les points essentiels qui servent de base à la comparaison et à la classification ; dans l'exercice, l'élève, de sa propre initiative, en suivant toutefois un thème qui lui est rapidement indiqué, observe les objets, les manie, les mesure, les dessine, les compare.

Pour être profitable, l'exercice doit durer une heure ; il aura donc lieu tous les quinze jours dans la section A. les élèves seront groupés par deux ; on ne réunira pas plus de douze groupes dans une séance . L'outillage, fort simple, se réduira à un cahier d'observations, un crayon, un canif, une plume neuve servant d'aiguille de dissection, une loupe acquise par l'élève.

Le matériel d'observation comprendra d'abord les diverses pièces de la collection, puis des objets en plusieurs exemplaires, tels que ceux qui sont cités plus loin.

Si on possède un nombre d'exemplaires d'un même objet égal au nombre des groupes, le sujet d'observation sera le même pour tous les groupes ; dans le cas contraire, on procédera à des permutations entre les groupes.

L'élève observera attentivement l'objet, le dessinera, annotera ses diverses parties. Parfois l'observation portera sur deux objets de la même catégorie ; en quelques phrases concises, l'élève en résumera la comparaison.

Classe de cinquième

ZOOLOGIE

(Premier semestre)

Les invertébrés. Etude (sur le même plan que pour les vertébrés en sixième) de quelques espèces, qu'il est facile de se procurer.

Exemples d'insectes utiles ou nuisibles, d'araignées, de crustacés. Définition des articulés.

Exemples de mollusques communs. Espèces comestibles. Définition des mollusques.

Etude d'espèces appartenant aux autres embranchements. Définition de ces embranchements.

BOTANIQUE

(Deuxième semestre)

Les grandes divisions du règne végétal. Etude sommaire de quelques familles de plantes à fleurs à l'aide d'espèces qu'il est facile de se procurer.

Utilisation de ces plantes. Etablissement progressif de leur classification.

Etude sommaire de fougères, de mousses, d'algues et de champignons: danger de certains champignons. Etablissement progressif de la classification de ces plantes.

Exercices pratiques spéciaux à la section B

Pour l'emploi de cette heure, le professeur se reportera aux instructions

Classe de quatrième

Géologie générale

(Premier semestre)

Notions sommaires sur les roches les plus communes, en insistant sur celles de la région, avec indication de leur diversité d'origine (sédimentaire, éruptive, métamorphique). Exemples de minerais.

Phénomènes actuels étudiés en partant, autant que possible, d'exemples locaux. Action de l'eau sous toutes ses formes (pluie, eaux souterraines et superficielles, mers, glaciers). Action de l'atmosphère.

Volcans, mouvements du sol.

Les périodes géologiques

(Deuxième semestre)

Notion de succession des ères géologiques. Les grands traits de celles-ci et particulièrement de celles dont les formations sont représentées dans la région.

Grands groupes de fossiles, animaux ou végétaux, caractérisant chaque ère.

Modifications progressives de la surface du globe. Formation des chaînes de montagnes.

Histoire géologique sommaire de la région avec notion de ce qu'est une carte géologique.

Classe de troisième

I. NOTIONS D'ANATOMIE ET DE PHYSIOLOGIE HUMAINES

Description sommaire des appareils et exposé très élémentaire des principales fonctions (cet enseignement ne devra pas dépasser les deux premiers mois de l'année scolaire).

II. HYGIÈNE, NOTIONS DE MICROBIOLOGIE

Répartition des microorganismes parmi les êtres vivants: bactéries, champignons, protozoaires. Etude de quelques bactéries. Culture sur divers milieux; formes, structure, multiplication; reproduction; conditions d'existence.

La théorie de la génération spontanée; les expériences de Pasteur; importance de ses découvertes. Les aérobies et les anaérobies. Applications: fermentations alcoolique, acétique, lactique, butyrique; aseptie et antiseptie; pansements.

Etude d'une maladie contagieuse, le charbon par exemple; historique; le bacille du charbon; son mode d'action; sa transmission; les expériences de Pasteur. Immunité, réceptivité. Le vaccin anticharbonneux. Etude sommaire de quelques maladies contagieuses: la variole, fièvre typhoïde, rage, diphtérie, tuberculose, paludisme. Précautions contre les contaminations; stérilisation, désinfection.

L'alimentation. Les principaux aliments de l'homme: leur valeur nutritive; les rations alimentaires de l'adulte et de l'enfant. Le menu d'un repas.

Les parasites des viandes. Empoisonnements par les aliments altérés, par les conserves alimentaires altérées. Champignons comestibles, champignons vénéneux. L'eau potable. Contamination des eaux; purification des eaux contaminées.

Les boissons fermentées. Boissons alcooliques, leur action physiologique; ivresse, ivrognerie.

Les boissons distillées, effets pathogéniques de leur usage abusif.

L'alcoolisme; déchéance de l'alcoolique et de sa descendance. Comment on devient alcoolique. La lutte contre l'alcoolisme.

L'air. Quantité d'air nécessaire à la vie. Air confiné; air vicié; asphyxie; soins à donner en cas d'asphyxie. Poussières et microbes de l'air.

L'exercice musculaire. Effets plastiques des attitudes et des mouvements habituels. Effets hygiéniques des exercices physiques. Inconvénients de leur défaut ou de leur abus.

La propreté corporelle. Importance des fonctions de la peau. Nécessité des soins de propreté; bains et douches. Propreté des vêtements.

La demeure. Description de la maison salubre. La maison insalubre.

Classe de Philosophie

(2 heures)

I. ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE ANIMALES

Introduction. La cellule animale. La différenciation cellulaire. Principaux tissus.

Etude spéciale des fonctions chez l'Homme

Fonctions de relation

Le squelette. Structure, composition chimique et accroissement des os. Description sommaire des différentes parties du squelette.

Les muscles. Forme, structure, propriétés physiologiques des muscles. Analyse expérimentale de la contraction musculaire. Chaleur et travail musculaires. Les sources de l'énergie musculaire. Le larynx et la voix.

Le système nerveux. Anatomie sommaire du système cérébro-spinal. Le neurone. Principales fonctions de la moelle épinière et de l'encéphale; rôle des nerfs.

Les systèmes sympathiques et parasympathiques. Leurs fonctions.

Les organes des sens. La peau et ses différentes fonctions. L'odorat et le goût. L'œil, la vision, les principales anomalies de la vision. Notions sommaires sur l'oreille.

Fonctions de nutrition

La digestion. Anatomie de l'appareil digestif. Les aliments. Action des sucs digestifs sur les aliments. Le pancréas et le foie; leur structure et leurs fonctions.

La circulation. Le sang, sa composition, rôle de ses diverses parties. Description sommaire de l'appareil circulatoire. Mécanisme de la circulation; action du cœur; rôle des vaisseaux; la pression artérielle.

La lymphe. Sa composition; son rôle. Appareil circulatoire et circulation lymphatique.

Immunité; vaccination; sérothérapie.

L'absorption.

La respiration. Anatomie de l'appareil respiratoire. Ventilation pulmonaire. Echanges gazeux dans les poumons. Respiration des tissus. Asphyxie.

La désassimilation. Produits de désassimilation. Structure du rein; urine.

Les réserves nutritives. Réserves d'hydrocarbures; glycogène hépatique et musculaire. Réserves de graisses, d'albumine et de matières minérales.

Résumé de la nutrition. Le bilan nutritif, les rations alimentaires.

La chaleur animale. Quantités de chaleur produites. Sources de la chaleur animale. Régulation thermique.

Notions sur les sécrétions internes; leur rôle dans la coordination des fonctions de nutrition.

N.B. Les notions purement anatomiques et histologiques seront réduites au minimum. Dans le développement du programme, le professeur pourra suivre un ordre différent de celui indiqué.

II. ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE VÉGÉTALES

Introduction. La cellule et les principaux tissus végétaux.

Etude spéciale des principales fonctions chez les Phanérogames

Fonctions de nutrition. Forme, structure et croissance de la racine, de la tige et de la feuille.

Les aliments des végétaux. Absorption de l'eau et des sels minéraux; leur circulation. Transpiration. Respiration.

La chlorophylle. Assimilation chlorophyllienne à partir du gaz carbonique. Produits de l'assimilation chlorophyllienne. Les sources de l'azote. Migration des substances élaborées.

Nutrition des plantes sans chlorophylle; saprophytisme; parasitisme et symbiose. Les réserves.

Fonctions de reproduction. La fleur. Enveloppes florales; étamines, pistil. Fécondation. Transformation de l'ovule en graine.

Le fruit et la graine mûre. Germination de la graine. Développement de la plante.

Principaux modes de reproduction des Cryptogames, à l'aide d'exemples choisis parmi les Champignons, les Algues, les Mousses, les Fougères et les Sélaginelles.

Comparaison des modes de reproduction chez les Phanérogames et chez les groupes supérieurs des Cryptogames.

N.B. Mêmes observations que pour l'étude de l'anatomie et de la physiologie animales.

III. CARACTERES GÉNÉRAUX DES ETRES VIVANTS

Comparaison des cellules animales et des cellules végétales; fonctions communes à toutes les cellules. Caractères de la vie.

IV. ÉVOLUTION DES ÊTRES VIVANTS

Étude de quelques exemples de faits paléontologiques; développement des Reptiles; apparition des Oiseaux; ancêtres du Cheval. Plantes fossiles.

Indication de quelques exemples au choix, tirés de l'anatomie, de l'embryologie et de la distribution géographique, servant de base à l'étude de l'évolution des êtres vivants.

* * * * *

PROGRAMMES DE L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE (1931).

Classe de sixième

(enseignement commun aux sections A et B)

1^{ère} PARTIE. Zoologie

Étude très *sommaire* de l'organisation du corps humain et du rôle des principaux organes, en se bornant aux connaissances nécessaires pour l'étude des vertébrés (cinq leçons au maximum).

Les vertébrés. Leurs mœurs, rapport de leur organisation avec leur mode de vie. Comparaison des espèces étudiées, dans le but d'établir les principes de la classification des vertébrés, en se limitant aux groupes essentiels.

2^{ème} PARTIE. Botanique

Étude des organes de la végétation et de la reproduction chez les plantes à fleurs. Rapport de l'organisation avec le mode de vie (cette étude sera faite en dehors de toute préoccupation de classification, en prenant comme exemples des espèces communes, plantes ligneuses et plantes herbacées, plantes à rhizomes, à tubercules, à bulbes, etc.)

Nota. L'enseignement de chacune des parties du programme doit correspondre à un semestre environ.

Exercices pratiques (1/2 heure)

Les exercices pratiques donneront lieu à une séance par quinzaine. Pour l'emploi de cette heure le professeur se reportera aux instructions.

Instructions

[...] Ceux de nos maîtres qui se consacrent aux sciences expérimentales doivent se proposer de donner aux élèves, le sentiment net et le spectacle direct de ce que c'est d'observer un phénomène, monter une expérience, vérifier une loi ; pour cela, c'est par ce qu'on pourrait appeler la méthode « d'échantillonnage », c'est par un choix d'exemples qu'ils doivent procéder, non par des descriptions accumulées et revues exhaustives.

[...]

En conséquence, les programmes de sciences physiques et naturelles doivent être pris dans le sens étroit. Il s'agit moins de donner aux élèves des connaissances très étendues que de les initier à la méthode expérimentale. [...]

Les sujets des exercices pratiques seront pris dans les parties du cours déjà étudiées. Il faut donc que les maîtres aient un nombre suffisant d'exercices à proposer aux élèves ; par suite, lorsque l'horaire de la classe ne comporte pas un nombre entier d'heures d'enseignement, on donnera aux élèves deux heures de cours pendant le premier semestre et une heure pendant le second.

Les séances d'exercices pratiques seront consacrées entièrement au travail personnel des élèves. L'usage de la feuille de manipulation est vivement recommandé. Le compte rendu de l'exercice pratique ne devra pas être une reproduction approchée de cette feuille de manipulation ; il sera bref en ce qui concerne la description des dispositifs expérimentaux ; il donnera le résultat sincère des observations et des mesures, et les conclusions qu'il faut en tirer. Un exercice pratique bien conçu et bien conduit doit permettre d'abrégé le cours correspondant.

Classe de cinquième

(enseignement commun aux sections A et B: 1h1/2.

Une heure de cours par semaine. Une heure d'exercices pratiques par quinzaine)

1^{ère} PARTIE. Zoologie

Étude de quelques groupes d'invertébrés choisis parmi les plus importants, en utilisant des espèces qu'il est facile aux élèves d'observer.

Principaux types d'insectes, leurs caractères communs, leurs caractères distinctifs, leurs mœurs, leurs métamorphoses. Crustacés et mollusques communs. Étude de quelques types choisis parmi les autres groupes.

2^{ème} PARTIE. Botanique

Étude de quelques familles de plantes à fleurs, choisies parmi les plus importantes, contenant des espèces sauvages ou cultivées, faciles à se procurer. Principes généraux de la classification des plantes à fleurs tirés de la comparaison des familles étudiées.

Étude sommaire de quelques types de cryptogames (fougères, mousses, algues ou champignons), fondée uniquement sur l'observation directe de quelques espèces communes.

L'enseignement de chacune des parties du programme doit correspondre à un semestre environ.

Exercices pratiques. Même indication que pour la classe de sixième.

Classe de quatrième

(une heure commune aux sections A et B)

Géologie

1° Notions sommaires sur les roches les plus communes, en insistant sur celles de la région et en se bornant aux caractères les plus faciles à observer et les plus utiles à connaître;

2° Étude des phénomènes géologiques actuels en utilisant autant que possible des exemples locaux. Action de l'atmosphère. Action de l'eau sous toutes ses formes, pluie, eaux courantes, eaux souterraines, glaciers, mers. Phénomènes volcaniques. Mouvements du sol.

Notions générales sur les périodes géologiques et sur leur succession, tirées de l'étude des terrains et des principales formes animales ou végétales qui les caractérisent, en utilisant de préférence des exemples régionaux.

Nota. Il est recommandé d'intercaler dans le cours quelques exercices pratiques, choisis parmi les plus éducatifs, autant que les circonstances le permettront.

Classe de troisième

(une heure commune aux sections A et B)

1° Notions d'anatomie et de physiologie humaines et d'hygiène individuelle. Description sommaire des appareils et étude élémentaire des principales fonctions. Importance de la propreté corporelle. Rôle des exercices musculaires. Hygiène de la respiration.

2° Notions de microbiologie. Étude de quelques micro-organismes: bactéries, champignons, protozoaires. Leurs conditions d'existence, leur multiplication. La théorie de la génération spontanée et les découvertes de Pasteur, leurs applications à l'étude des fermentations et aux cultures microbiennes.

Étude de quelques maladies infectieuses. Leur mode de transmission. Résistance de l'organisme. Réceptivité et immunité. Vaccination et sérothérapie. Lutte contre les infections. Stérilisation et désinfection. Antisepsie et aseptie.

3° L'alimentation. Principaux aliments; leur composition, leur valeur nutritive. Rôle des aliments. Rations alimentaires, régimes.

Dangers de certains aliments. Parasites des viandes. Altération des aliments. Conserves; intoxications alimentaires. Champignons vénéneux.

Les boissons, l'eau potable. Contamination des eaux; purification des eaux contaminées. Les boissons fermentées, infusées ou distillées. Leurs dangers. L'alcoolisme.

Classes de Philosophie et de Mathématiques

(2 heures communes aux deux classes)

Aucun changement dans le programme

Exercices pratiques (1/2 heure par semaine)

Pour la meilleure utilisation du temps consacré aux exercices pratiques, il sera fait huit séances de deux heures. (**voir les instructions**)

Extraits des instructions concernant les disciplines scientifiques:

"... l'étude des sciences, qu'il s'agisse des sciences mathématiques, physiques ou naturelles, ne doit jamais être la transmission mécanique et l'enregistrement passif d'un savoir, mais une gymnastique de l'esprit, l'initiation à des méthodes, l'habitude d'observer, de voir juste, de critiquer ses propres expériences.[...] L'expérience doit être à la base de tout l'enseignement.[...] Les sujets des exercices pratiques seront pris dans les parties du cours déjà étudiées.[...] Les séances d'exercices pratiques seront consacrées entièrement au travail personnel des élèves. L'usage de la feuille de manipulation est vivement recommandé. Le compte-rendu de l'exercice pratique ne devra pas être une reproduction approchée de cette feuille de manipulation; il sera bref en ce qui concerne la description des dispositifs expérimentaux; il donnera le résultat sincère des observations et des mesures, et les conclusions qu'il faut en tirer. Un exercice pratique bien conçu et bien conduit doit permettre d'abrégé le cours correspondant."

* * * * *

PROGRAMMES DE L'ENSEIGNEMENT DU SECOND DEGRÉ.

Classes d'orientation, classes de Sixième et cours préparatoire d'E.P.S.

- A) *Étude de quelques animaux vertébrés*, en les observant dans leurs formes, leur mode de vie et en dégagant les caractères de leur groupe.
Chimpanzé, chat et chien, cheval, porc, bœuf, taupe et chauve-souris, lapin.
Pigeon, coq, moineau, cigogne ou héron, canard.
Lézard, vipère ou couleuvre.
Grenouille ou crapaud.
Carpe, roussette ou raie.
- B) *Étude de quelques plantes à fleurs*, choisies parmi les types des principales familles d'angiospermes.
Germination du haricot, son évolution.
Renoncule, giroflée, églantier, fraisier ou cerisier, pissenlit, bleuet ou marguerite.
Carotte, pomme de terre, lamier blanc, primevère, chêne, jacinthe ou tulipe, blé.

Classes de cinquième et 1^{re} année d'E.P.S.

- A) *Invertébrés*: le hanneton, l'abeille, la guêpe, la fourmi, la mouche domestique, le moustique, la piéride du chou, le bombyx du mûrier, la cigale, la libellule, la sauterelle verte, le fourmi-lion, la scolopendre, l'épeire diadème, le scorpion, l'écrevisse ou la crevette, la moule, l'escargot, le poulpe ou la seiche, le lombric, le ténia, l'ascaride, l'oursin, l'étoile de mer, l'hydre d'eau douce, l'anémone de mer, la méduse, l'éponge commune, la paramécie ou l'amibe.
- B) *Pin et plantes sans fleurs*: le pin sylvestre, le polypode, la prêle, une mousse (polytric ou funaïre), des algues (fucus, spirogyre), le champignon de couche (champignons comestibles et vénéneux), la moisissure blanche, la levure de bière, un lichen (parmélie ou cladonie).
- Ces listes ne sont pas impératives: le professeur est libre de les modifier selon les ressources de son établissement et celles de la région et même selon le niveau de ses élèves.

Classes de quatrième et 2^{ème} année d'E.P.S.

Le nouveau programme supprime l'étude des périodes géologiques et y substitue huit leçons de botanique. Les exercices pratiques sont d'autre part rétablis.

I Géologie

1. *Étude des roches*. A titre d'indication, une liste est dressée ci-après. Le professeur pourra et devra la modifier selon les ressources de la région et la composition des collections dont il dispose.
Granite. Porphyre ou trachyte, basalte. Ponce. Obsidienne. Caractères des roches éruptives.
Craie, calcaire grossier, marbre. Sable, grès, silex, meulière.
Argile plastique, marne, schiste et ardoise. Gypse, sel gemme. Tourbe, houille (formation, bassins houillers), pétroles. Caractères des roches sédimentaires. Gneiss, micaschiste. Origine et caractères des roches cristallophylliennes.

La méthode monographique s'impose encore. On ne négligera ni les considérations pratiques, ni l'interprétation des paysages où dominent les roches à l'étude. La classification, prudente et progressive, sera basée sur des comparaisons et aboutira aux caractères généraux.

Au cours des exercices pratiques et même en classe, l'observation personnelle sera provoquée et dirigée. Et si des échantillons rares ou agréablement préparés aident à éveiller la curiosité, chaque élève doit pouvoir manier un exemplaire de toute roche commune étudiée, l'examiner à la loupe et réaliser sur lui quelques expériences simples (action d'un acide, de la chaleur, dureté, etc.).

Il résulte de cela qu'une place de choix doit être réservée aux roches et minéraux de la région et les enfants seront invités à les recueillir eux-mêmes.

2. *Phénomènes géologiques actuels*. Il s'agit non d'énumérer mais de faire comprendre (quand il est connu) le mécanisme des phénomènes. On devra aussi bien éviter les hypothèses encore discutées que les conclusions périmées ou simplistes. Une illustration judicieusement choisie est indispensable: photographies, cartes, projections diverses, films. De même, des expériences faciles seront réalisées devant les élèves et par eux (infiltration, sédimentation, gel et regel, etc.). Le modelé de la région sera particulièrement mis en valeur, s'il s'y prête, et il deviendra intéressant de provoquer des excursions avec croquis, prises de photographies et usage de cartes.

Phénomènes d'origine externe. Action de l'air, du vent.

Action de l'eau: eaux sauvages, torrents. Cours d'eau (rivières, etc.). Eaux souterraines. La mer. Glaciers et gel.
Circulation de l'eau dans la nature; vue d'ensemble sur les phénomènes d'érosion, de transport et de sédimentation.
Âge relatif des terrains.
Action des êtres vivants.

Phénomènes d'origine interne. Les volcans et phénomènes volcaniques secondaires.

Les tremblements de terre.
Les mouvements verticaux du sol.
Les plissements et les chaînes de montagnes.
Cycle des phénomènes géologiques actuels: conflit entre phénomènes externes et phénomènes internes.
Notions sur la constitution du globe terrestre.

II Botanique

- 1) *Anatomie de l'appareil végétatif.* Caractères extérieurs, structure et croissance des racines, des tiges, des feuilles.
- 2) *Nutrition des plantes vertes.* Aliments tirés du sol; la sève brute et sa circulation. Fonction chlorophyllienne. La transpiration. La respiration.
La sève élaborée: sa formation, sa circulation. Réserves nutritives: leur importance pour les animaux et pour l'homme.
- 3) *Exemples de saprophytes et de parasites.* Notions très sommaires sur la vie des plantes sans chlorophylle.
- 4) *Reproduction et développement des plantes à fleurs.* La fleur: structure d'après quelques exemples précis; pollinisation; fructification.
Le fruit, exemples
La graine, exemples
La germination.
Multiplication végétative: marcottage, bouturage. Exemples de plantes annuelles, pluriannuelles, vivaces.
- 5) *Vue d'ensemble, très sommaire, sur l'appareil végétatif des plantes sans vaisseaux (quelques exemples).*

On devra s'en tenir à des données concrètes et simples: la cellule sera envisagée sans détails et seuls seront étudiés les tissus végétaux susceptibles d'être montrés soit au microscope, soit dans des projections de coupes.

C'est la structure secondaire qui sera examinée dans la tige et la racine, mais on la liera étroitement à la structure externe. Ces notions anatomiques n'occuperont que deux ou trois leçons.

Pour la nutrition des végétaux, on n'envisagera ni hypothèses complexes, ni interprétations difficiles, mais on la fera comprendre au moyen d'*expériences* dont la portée pratique sera toujours *soignée* (agriculture, horticulture, entretien des forêts, etc.).

De même pour la reproduction, on se limitera aux faits observables, les problèmes cytologiques, tels que la fécondation proprement dite, étant réservés pour le second cycle. Par contre, l'étude pratique des fleurs, fruits et graines, la pollinisation, l'exposé des méthodes de culture et de sélection pourront avoir une large place, surtout devant les auditoires ruraux.

Exercices pratiques. Les mois de mai-juin offrent un matériel d'une richesse illimitée pour toutes les observations: épidermes directement examinés, coupes colorées ou non, fleurs, graines, fruits. Les élèves s'efforceront de réaliser les préparations et de dessiner. Ils devront exécuter quelques expériences de physiologie et même consigner les observations personnelles concernant les jardins, les bois, les champs, etc.

Classes de troisièmes et 3^{ème} année d'E.P.S.

Les modifications sont peu considérables, quelques précisions suffisent.

- A) **Anatomie et physiologie humaines** ne sont plus limitées désormais à une période de deux mois. Il est logique, en effet, de rattacher à chaque organe ou appareil son hygiène particulière.
- B) **L'anatomie** demeure restreinte aux notions élémentaires (cytologie et, dans la plupart des cas, histologie étant réservées).
La physiologie sera étayée par les connaissances physico-chimiques précédemment acquises. On s'en tiendra à des faits précis, expérimentalement démontrés et susceptibles à la fois d'être utiles aux élèves qui ne pousseront pas leurs études plus loin et à ceux pour qui le second cycle apportera tous les développements scientifiques.
- C) En ce qui concerne l'étude des maladies contagieuses et de l'hygiène générale, leur importance sociale exige autre chose que des banalités. On insistera moins sur les fermentations et sur les controverses de valeur historique (Pasteur et Pouchet), mais on s'attachera à mettre en lumière les bases scientifiques de l'hygiène moderne sans omettre de commenter les prescriptions légales. Cet enseignement sera rendu concret par la présentation du matériel de bactériologie usuelle, par des examens microscopiques, des essais de culture de microbes banaux et inoffensifs (bacille subtil) et même par des précisions sur les soins d'extrême urgence (accidents, hémorragies, noyade, intoxications, pansements, etc.). C'est dans cet esprit que la puériculture doit faire partie de l'enseignement féminin.
- D) Plan-modèle pour l'hygiène générale:
Étude élémentaire des microbes. Quelques micro-organismes: bactéries, champignons, protozoaires.
Étude d'une bactérie.
Cultures sur divers milieux; formes, structure, multiplication, conditions d'existence.
Asepsie, antiseptique; plaies, pansements; oeuvre de Pasteur et de son école.
Importance biologique des fermentations.
Maladies contagieuses. Étude de la maladie du charbon et de la diphtérie. En déduire le mode d'action des bactéries pathogènes, le principe et le mécanisme de la vaccination et de la sérothérapie ainsi que les notions d'immunité et de réceptivité.
Mode de transmission des maladies contagieuses: étude sommaire de la variole et des fièvres éruptives, de la fièvre typhoïde, de la rage

et de quelques maladies coloniales (paludisme, maladie du sommeil).
Prophylaxie: stérilisation, désinfection.
Étude spéciale de la tuberculose: cause, prédispositions, contagion, prophylaxie (vaccin B.C.G.); traitement; lutte antituberculeuse.
Centres anticancéreux; quelques notions sur le cancer.
Pour le reste, cf. programme.

NOTA : il est souhaitable que le professeur se documente périodiquement sur ces questions soit à l'Institut Pasteur, soit auprès des laboratoires bactériologiques régionaux.

* * * * *

PROGRAMMES DE L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE

(1941)

Sciences naturelles

L'enseignement des sciences naturelles doit conserver et développer les qualités qu'il a pu acquérir par l'application de la réforme de 1938. Les instructions antérieures restent donc en vigueur.

Le but essentiel de l'enseignement de la biologie est de développer l'esprit d'observation. Pour cette raison, malgré la réduction de l'horaire, les exercices pratiques ont été maintenus dans toutes les classes. Ces exercices sont surtout consacrés au travail personnel des élèves. Les observations directes, qui doivent être nombreuses, sont précisées par des dessins exécutés d'après nature. L'élève garde une certaine initiative dans la transcription concise des remarques personnelles et des conclusions. Le nombre des élèves devant participer à une séance d'exercices pratiques ne doit pas être supérieur à 24 et chaque élève a droit à l'horaire normal. La durée de chaque séance est d'une heure pour les classes du premier cycle; elle est de deux heures (8 séances) ou d'une heure et demie (11 séances) pour les classes du deuxième cycle.

La réalisation des exercices pratiques pour les classes du premier cycle impose l'existence de collections d'échantillons. Dans certains établissements, ces collections devront être complétées; elles le seront par les achats indispensables, mais aussi par l'utilisation des ressources locales et grâce à la collaboration des élèves. L'usage de la loupe étant dans certains cas, indispensable, chaque laboratoire doit en posséder un nombre suffisant.

L'allègement du programme de philosophie et de mathématiques est réalisé par la suppression de certaines parties de l'ancien programme et par une diminution du temps qui était consacré aux études anatomiques. Les descriptions anatomiques et histologiques seront toujours réduites au minimum. En particulier, les développements concernant l'anatomie du système cérébro-spinal et, ceux relatifs à la structure et à la croissance des organes végétaux seront limités aux données indispensables pour comprendre la physiologie. L'étude de la reproduction chez les algues et les champignons sera limitée à la description de quelques exemples permettant de mettre en évidence les notions d'isogamie et d'hétérogamie. L'étude des vitamines portera seulement sur le rôle des vitamines A, B, C, D. Dans le chapitre des sécrétions internes, afin de donner une idée plus exacte sur l'importance du rôle des hormones, l'étude des sécrétions des glandes énumérées sera complétée par quelques précisions sur le rôle des hormones dont l'action s'est révélée particulièrement nette et puissante.

Classe de sixième

(horaire hebdomadaire: deux heures)

Il sera prévu, pendant l'année scolaire, 16 séances de travaux pratiques d'une heure prélevée sur l'horaire hebdomadaire.

Zoologie

I. Notions sommaires sur l'organisation, le fonctionnement et l'hygiène du corps humain (au maximum 8 leçons d'une heure).

Cette étude comportera une description très sommaire des principaux appareils et de leurs fonctions. Un exposé élémentaire sur l'hygiène de chaque organe ou appareil complètera l'étude physiologique.

II. Monographies de vertébrés communs. Grandes lignes de leur classification.

Étude de quelques animaux vertébrés, en les observant dans leurs formes, leurs modes de vie et en dégagant les caractères de leur groupe:

Chat et chien, cheval, porc, bœuf, taupe et chauve-souris, lapin.

Pigeon, coq, moineau, cigogne ou héron, canard.

Lézard, vipère ou couleuvre.

Grenouille ou crapaud.

Carpe, roussette ou raie.

Botanique

(Un minimum de 20 leçons d'une heure sera consacré à l'étude de la botanique)

I. La vie d'une plante: organisation, croissance, nutrition et reproduction d'une plante verte (au maximum 4 leçons d'une heure).

L'appareil végétatif du haricot. Les diverses étapes de la germination.

Réalisation d'expériences simples sur la circulation de la sève, la fonction chlorophyllienne et la respiration.

La reproduction: a) la fleur, sa constitution et son rôle; b) la multiplication végétative.

II. *Monographies de plantes à fleurs vulgaires et de quelques espèces appartenant aux principaux groupes de plantes sans fleurs. Établissement progressif de leur classification. Vue d'ensemble sur le règne végétal.*

La renoncule, la giroflée, l'églatier, le fraisier ou le cerisier, le pissenlit, le bleuet ou la marguerite.

La carotte, la pomme de terre, le lamier blanc, la primevère, le chêne, la jacinthe ou la tulipe, le blé.

Le pin sylvestre, le polypode, la prêle, une mousse (polytric ou funaie), des algues (fucus, spirogyre), le champignon de couche (champignons comestibles et vénéneux), la moisissure blanche, la levure de bière, un lichen (parmielle ou cladonie).

Les listes de monographies données ci-dessus ne sont pas impératives. Le professeur est libre de les modifier selon les ressources de son établissement et celles de la région et même selon le niveau de ses élèves.

Classe de cinquième

(horaire hebdomadaire: deux heures)

Il sera prévu pendant l'année scolaire, seize séances de travaux pratiques d'une heure prélevées sur l'horaire hebdomadaire.

Zoologie

Monographies de quelques types d'invertébrés choisis dans les principaux groupes et établissement progressif de leur classification. Vue d'ensemble sur le règne animal.

Le hanneton, l'abeille, la guêpe, la fourmi, la mouche domestique, le moustique, la piéride du chou, le bombyx du mûrier, la cigale, la libellule, la sauterelle verte, le fourmi-lion, la scolopendre, l'épeire diadème, le scorpion, l'écrevisse ou la crevette, la moule, l'escargot, le poulpe ou la seiche, le lombric, le ténia, l'ascaride, l'oursin, l'étoile de mer, la méduse, l'éponge commune, la paramécie ou l'amibe.

Cette liste n'est pas impérative. Le professeur est libre de modifier selon les ressources de son établissement et celles de la région et même selon le niveau de ses élèves.

Géologie

I. *Monographies de roches communes choisies dans les principaux groupes.*

À titre d'indication, une liste est dressée ci-après. Le professeur pourra et devra la modifier selon les ressources de la région et la composition de collections dont il dispose. Granite. Porphyre ou trachyte, basalte. Ponce. Obsidienne. Caractères des roches éruptives.

Craie, calcaire grossier, marbre. Sable, grès, silex, meulière. Argile plastique, marne, schiste et ardoise. Gypse, sel gemme. Tourbe, houille (formation, bassins houillers), pétroles. Caractères des roches sédimentaires.

Gneiss, micaschiste. Origine et caractère des roches cristallophylliennes.

II. *Les phénomènes géologiques actuels.*

a) *Phénomènes d'origine externe.* Action de l'air, du vent: eaux sauvages, torrents. Cours d'eau (rivières, etc.). Eaux souterraines. La mer. Glaciers et gel.

Action des êtres vivants.

b) *Phénomènes d'origine interne.* Les volcans et les phénomènes volcaniques secondaires.

Les tremblements de terre.

Les mouvements verticaux du sol.

Les plissements et les chaînes de montagnes.

Conflit entre les phénomènes externes et phénomènes internes.

Notions sur la constitution du globe terrestre.

III. *Les périodes géologiques* (au maximum quatre leçons d'une heure).

Les grands traits des ères géologiques. Les principaux fossiles animaux ou végétaux caractérisant chaque ère.

Classes de Philosophie (Horaire hebdomadaire: deux heures) et de Mathématiques (Horaire hebdomadaire: deux heures et 30 min)

Il sera prévu, pendant l'année scolaire, huit séances d'exercices pratiques de deux heures ou onze séances d'une heure et demie, prélevées sur l'horaire hebdomadaire.

I. Anatomie et physiologie animales

Introduction. La cellule animale. La différenciation cellulaire. Principaux tissus.

Fonctions de relation.

Le squelette. Structure, composition chimique et accroissement des os. Description sommaire des différentes parties du squelette.

Les muscles. Forme, structure, propriétés physiologiques des muscles. Analyse expérimentale de la contraction musculaire. L'énergie

musculaire.

Le système nerveux. Anatomie très sommaire du système cérébro-spinal. Le neurone. Principales fonctions des différentes parties du système cérébro-spinal.

Les systèmes sympathique et parasympathique. Leurs fonctions.

Les organes des sens. La peau et ses différentes fonctions. L'œil, la vision, les principales anomalies de la vision.

Fonctions de nutrition.

La digestion. Anatomie de l'appareil digestif. Les aliments. Action des sucs digestifs sur les aliments. Le pancréas et le foie; leur structure et leurs fonctions.

L'absorption.

La circulation. Le sang, sa composition, rôle de ses diverses parties. Description sommaire de l'appareil circulatoire. Mécanisme de la circulation: action du cœur, rôle des vaisseaux, la pression artérielle.

La lymphe. Sa composition; son rôle. Appareil circulatoire et circulation lymphatique.

Immunité. Vaccination; sérothérapie.

La respiration. Anatomie de l'appareil respiratoire. Ventilation pulmonaire. Echanges gazeux dans les poumons. Respiration des tissus.

La désassimilation. Produits de désassimilation. Structure du rein. L'urine.

Résumé de la nutrition. Le bilan nutritif, les rations alimentaires, les vitamines.

La chaleur animale. Quantités de chaleur produites. Sources de la chaleur animale. Régulation thermique.

Les glandes à sécrétion interne: surrénales, thyroïde, hypophyse; le rôle des hormones.

N.B. Les notions purement anatomiques et histologiques seront réduites au minimum. Dans le développement du programme, le professeur pourra suivre un ordre différent de l'ordre indiqué.

II. Anatomie et physiologie végétales

Introduction. La cellule et les principaux tissus végétaux.

Fonctions de nutrition chez les phanérogames.

Etude très sommaire de la forme, la structure, la croissance de la racine, de la tige et de la feuille chez les phanérogames.

Les aliments des végétaux. Absorption de l'eau et des sels minéraux; leur circulation. Transpiration. Respiration.

La chlorophylle. Assimilation chlorophyllienne à partir du gaz carbonique. Produits de l'assimilation chlorophyllienne.

Les sources de l'azote. Migration des substances élaborées.

Nutrition des plantes sans chlorophylle; saprophytisme, parasitisme et symbiose.

Les réserves.

Fonctions de reproduction.

La fleur. Enveloppes florales; étamines, pistil. Fécondation.

Transformation de l'ovule en graine.

Le fruit et la graine mûre. Germination de la graine. Développement de la plantule.

Principaux modes de reproduction des cryptogames, à l'aide d'exemples choisis parmi les algues, les champignons, les mousses, les fougères et les sélaginelles.

Comparaison des modes de reproduction chez les phanérogames et les groupes supérieurs des cryptogames.

N.B. Même observation que pour l'étude de l'anatomie et de la physiologie animales.

III. Caractères généraux des êtres vivants

Comparaison des cellules animales et des cellules végétales; fonctions communes à toutes les cellules.

* * * * *

PROGRAMMES DU SECOND DEGRÉ (1945)

I. Remarques générales sur l'enseignement des Sciences naturelle dans les classes de sixièmes et de cinquièmes.

L'enseignement des sciences naturelles, dans ces classes, doit être orienté vers un double but. Il s'agit, bien entendu, de faire connaître aux élèves les exemples les plus typiques des règnes animal et végétal en utilisant, objectivement, de courtes *monographies*. Celles-ci seront basées sur des caractères concrets, accessibles à l'observation personnelle: structure externe, squelette, etc.

L'anatomie interne n'entrera en ligne de compte que pour illustrer un fait important (ex: rumination) ou pour mettre en évidence une adaptation remarquable (ex: poumons et sacs aériens des oiseaux). Des précisions sur l'habitat, le mode de vie, l'instinct, l'intérêt pratique et d'utiles comparaisons avec les formes voisines enlèveront toute sécheresse à ces leçons.

Le second but, plus important encore, est d'apprendre aux élèves la technique d'une bonne *observation*. Ils doivent y puiser le sens de la précision et une certaine éducation du jugement qui permet de *comparer* et de *conclure*: la classification progressive n'a pas d'autre rôle.

De là résulte l'absolue nécessité de réaliser des classes *dialoguées* au cours desquelles les enfants sont poussés à découvrir eux-mêmes les caractères importants, les structures, les fonctions.

Le professeur dirige cet effort tantôt collectif, tantôt individuel. Animaux et végétaux de la région formeront les bases d'un tel travail. On peut utiliser ainsi des animaux vivants, de bons échantillons de collection, des plantes fraîches, des herbiers locaux. Les films et projections fixes seront d'utiles auxiliaires dès qu'il faudra donner une idée plus étendue et plus vraie du monde vivant en évoquant faunes ou flores lointaines.

Mais le langage employé sera simple et dépourvu de la terminologie des spécialistes. Le sens et l'usage de tout mot savant devront être strictement délimités.

Au terme de la Cinquième, un tableau des règnes animal et végétal sera dressé par les élèves en manière de conclusion. Il s'agira, par des *comparaisons*, de sérier les caractères des êtres vivants étudiés au cours des deux années et d'en garder quelques notions exactes.

Mais le cours entièrement dicté demeure, plus que jamais, proscrit et les dessins copiés sur des manuels se révèlent comme inutiles.

II. Exercices pratiques.

Ils doivent multiplier les observations directes (avec l'usage de la loupe lorsqu'il s'agit d'invertébrés ou de végétaux). Tous les dessins sont exécutés d'après nature, et l'élève garde une certaine initiative dans la transcription des remarques personnelles et des conclusions.

Classe de sixième

(Horaire hebdomadaire: une heure et demie;

Une demi-heure sera consacrée à des exercices pratiques à raison d'une séance d'une heure par quinzaine.)

Programme sommaire.

Observations sur la balance Roberval. Détermination d'un poids: application à la détermination d'une longueur, d'une aire, d'une capacité.

Observation sur les états physiques de la matière et leur changement.

Détermination de la méridienne géographique d'un lieu à l'aide de l'étoile polaire, du soleil, de la boussole.

Monographies de vertébrés communs. Grandes lignes de leur classification.

Monographies de plantes à fleurs vulgaires.

Programme détaillé.

Étude très sommaire de la morphologie, de l'organisation du corps humain et du rôle des principaux organes, en se bornant aux connaissances nécessaires pour l'étude des vertébrés (au maximum cinq leçons).

A. Étude de quelques animaux vertébrés, en les observant dans leur forme, leur mode de vie et en dégagant les caractères de leur groupe:

Chimpanzé, chat et chien, cheval, porc, bœuf, taupe et chauve-souris, lapin.

Pigeon, coq, moineau, cigogne ou héron, canard.

Lézard, vipère ou couleuvre.

Grenouille ou crapaud.

Carpe, roussette ou raie.

B. Étude de quelques plantes à fleurs choisies parmi les types des principales familles d'angiospermes.

Germination du haricot, son évolution.

Renoncule, giroflée, églantier, fraisier ou cerisier, pissenlit, bleuet ou marguerite, carotte, pomme de terre, lamier blanc, primevère, chène, jacinthe ou tulipe, blé.

Classe de cinquième

(Horaire hebdomadaire: une heure et demie.

Une demi-heure sera consacrée à des exercices pratiques à raison d'une séance d'une heure par quinzaine)

Programme sommaire.

1° Zoologie.

Monographies de quelques types d'invertébrés, choisis dans les principaux groupes et établissement progressif de leur classification.

Vue d'ensemble sur le règne animal.

2° Botanique.

Monographies du Pin et de quelques espèces appartenant aux principaux groupes de plantes sans fleurs et établissement progressif de leur classification.

Vue d'ensemble sur le règne végétal.

Programme détaillé.

A. **Invertébrés:** le hanneton, l'abeille, la guêpe, la fourmi, la mouche domestique, le moustique, la piéride du chou, le bombyx du mûrier, la cigale, la libellule, la sauterelle verte, le fourmi-lion, le scolopendre, l'épeire diadème, le scorpion, l'écrevisse ou la crevette, la moule; l'escargot, le poulpe ou la seiche, le lombric, le ténia, l'ascaride, l'oursin, l'étoile de mer, l'hydre d'eau douce, l'anémone de

mer, la méduse, l'éponge commune, la paramécie ou l'amibe.

B. Pins et plantes sans fleurs: le pin sylvestre, le polypode, la prêle, une mousse (polytric ou funaïre), des algues (fucus, spirogyre), le champignon de couche (comestibles et vénéneux), la moisissure blanche, la levure de bière, un lichen (parmélie ou cladonie).

Ces listes ne sont pas impératives. Le professeur est libre de les modifier selon les ressources de son établissement et celles de la région et même selon le niveau de ses élèves.

Classe de quatrième

(Horaire hebdomadaire: une heure et demie.

Une demi-heure sera consacrée à des exercices pratiques à raison d'une séance d'une heure par quinzaine.)

Programme sommaire.

I. Géologie¹⁰

Monographies de roches communes choisies dans les principaux groupes.

Les phénomènes géologiques actuels.

Etude sommaire des ères géologiques.

II. Botanique¹¹

Notions sommaires d'anatomie et de physiologie végétales (8 leçons au maximum)

Programme détaillé.

I. Géologie.

1. Étude des roches. A titre d'indication, une liste est dressée ci-après. Le professeur pourra et devra la modifier selon les ressources de la région et les collections dont il dispose.

Granite. Porphyre ou trachyte, basalte. Ponce. Obsidienne. Caractères des roches éruptives.

Craie, calcaire grossier, marbre. Sable, grès, silex, meulière. Argile plastique, marne, schiste et ardoise. Gypse, sel gemme. Tourbe, houille (formation, bassins houillers), pétroles. Caractères des roches sédimentaires. Gneiss, micaschiste. Origine et caractères des roches cristallophylliennes.

La méthode monographique s'impose. On ne négligera ni les considérations pratiques, ni l'interprétation des paysages où dominent les roches à l'étude. La classification, prudente et progressive, sera basée sur des comparaisons et aboutira aux caractères généraux.

Au cours des exercices pratiques et même en classe, l'observation personnelle sera provoquée et dirigée. Et si des échantillons rares ou agréablement préparés aident à éveiller la curiosité, chaque élève doit pouvoir manier un exemplaire de toute roche commune étudiée, l'examiner à la loupe et réaliser sur lui quelques expériences simples (action d'un acide, de la chaleur, dureté, etc.). Il résulte de cela qu'une place de choix doit être réservée aux roches et minéraux de la région et les enfants seront invités à les recueillir eux-mêmes.

2. Phénomènes géologiques actuels. Il s'agit non d'énumérer, mais de faire comprendre (quand il est connu) le mécanisme des phénomènes. On devra aussi bien éviter les hypothèses encore discutées, que les conclusions périmées ou simplistes. Une illustration judicieusement choisie est indispensable: photographies, cartes, projections diverses, films. De même, des expériences faciles seront réalisées devant les élèves et par eux: infiltration, sédimentation, gel et regel... Le modelé de la région sera particulièrement mis en valeur, s'il s'y prête, et il deviendra intéressant de provoquer des excursions avec croquis, prises de photographies et usage de cartes.

Phénomènes d'origine externe. Action de l'air, du vent.

Action de l'eau: eaux sauvages, torrents. Cours d'eau (rivières, etc.). Eaux souterraines. La mer. Glaciers et gel.

Circulation de l'eau dans la nature; vue d'ensemble sur les phénomènes d'érosion, de transport et de sédimentation.

Âge relatif des terrains.

Action des êtres vivants.

Phénomènes d'origine interne. Les volcans et phénomènes volcaniques secondaires.

Les tremblements de terre.

Les mouvements verticaux du sol.

Les plissements et les chaînes de montagne.

Cycles des phénomènes géologiques actuels: conflit entre phénomènes internes et phénomènes externes.

Notions sur la constitution du globe terrestre.

II. Botanique

1. Anatomie de l'appareil végétatif. Caractères extérieurs, structure et croissance des racines, des tiges, des feuilles.

¹⁰ Le professeur de sciences naturelles donnera à ses élèves les éléments de physique et de chimie dont ils ont besoin pour comprendre son enseignement et en tirer profit.

¹¹ Supprimé en 1947 par l'arrêté du 18 avril 1947.

2. **Nutrition des plantes vertes.** Aliments tirés du sol: la sève brute et sa circulation. Fonction chlorophyllienne. La transpiration. La respiration. La sève élaborée: sa formation, sa circulation. Réserves nutritives: leur importance pour les animaux et l'homme.
3. **Exemples de saprophytes et de parasites.** Notions très sommaires sur la vie des plantes sans chlorophylle.
4. **Reproduction et développement des plantes à fleurs.** La fleur: structure d'après quelques exemples précis; pollinisation, fructification.
Le fruit, exemples.
La graine, exemples.
La germination.
Multiplication végétative: marcottage, bouturage. Exemples de plantes annuelles, pluriannuelles, vivaces.
5. **Vue d'ensemble, très sommaire, sur l'appareil végétatif des plantes sans vaisseaux (quelques exemples).**

On devra s'en tenir à des données concrètes et simples: la cellule sera envisagée sans détails, et seuls seront étudiés les tissus végétaux susceptibles d'être montrés soit au microscope, soit dans des projections de coupes.

C'est la structure secondaire qui sera examinée dans la tige et la racine, mais on la liera étroitement à la structure externe. Ces notions anatomiques n'occuperont que deux ou trois leçons.

Pour la nutrition des végétaux, on n'envisagera ni hypothèses complexes, ni interprétations difficiles, mais on la fera comprendre au moyen d'expériences dont la portée pratique sera toujours *soulignée* (agriculture, horticulture, entretien des forêts, etc.)

De même pour la reproduction, on se limitera aux faits observables, les problèmes cytologiques, tels que la fécondation proprement dite étant réservée pour le second cycle. Par contre, l'étude pratique des fleurs, fruits et graines, la pollinisation, l'exposé des méthodes de culture et de sélection pourront avoir une large place surtout devant les auditoires ruraux.

Exercices pratiques. Les mois de mai et juin offrent un matériel d'une richesse illimitée pour toutes les observations: épidermes directement examinés, coupes colorées ou non, fleurs, graines, fruits. Les élèves s'efforceront de réaliser les préparations et de dessiner. Ils devront exécuter quelques expériences de physiologie, et même consigner les observations personnelles concernant les jardins, les bois, les champs, etc.

Classe de troisième

(Horaire hebdomadaire: une heure en section classique A et B,
une heure et demie en section moderne enseignement long,
une heure en section moderne enseignement court)

Programme sommaire.

Notions sommaires d'anatomie et de physiologie humaines et d'hygiène individuelle.

L'hygiène des différents appareils de l'organisme sera étudiée à propos de la physiologie de chacun d'eux.

Étude élémentaire des microbes.

Les aliments. Rations alimentaires, quantité et qualité. Les aliments dangereux.

L'eau de boisson.

L'alcoolisme.

Notions de puériculture (enseignement féminin).

Programme détaillé.

A. Anatomie et Physiologie humaines. Les notions d'hygiène individuelle doivent être données après l'étude de chaque organe ou appareil.

L'anatomie demeure restreinte aux notions élémentaires (cytologie et, dans la plupart des cas, histologie étant réservées).

La physiologie sera étayée par les connaissances physico-chimiques précédemment acquises. On s'en tiendra à des faits précis, expérimentalement démontrés et susceptibles à la fois d'être utiles aux élèves qui ne pousseront pas leurs études plus loin et à ceux pour qui le second cycle apportera tous les développements scientifiques.

B. Hygiène. En ce qui concerne l'étude des maladies contagieuses et de l'hygiène générale, leur importance sociale exige autre chose que des banalités. On insistera moins sur les fermentations et sur les controverses de valeur historique (Pasteur et Pouchet), mais on s'attachera à mettre en lumière les bases scientifiques de l'hygiène moderne sans omettre de commenter les prescriptions légales.

Cet enseignement sera rendu concret par la présentation du matériel de bactériologie usuelle, par des examens microscopiques, des essais de culture de microbes banaux et inoffensifs (bacille subtil) et même par des précisions sur les soins d'extrême urgence (accidents, hémorragies, noyade, intoxications, pansements, etc.). C'est dans cet esprit que la puériculture doit faire partie de l'enseignement féminin.

C. Plan-modèle pour l'hygiène générale. Étude élémentaire des microbes: quelques microorganismes; bactéries, champignons, protozoaires.

Étude d'une bactérie.

Culture sur divers milieux: forme, structure, multiplication, conditions d'existence.

Asepsie, antisepsie; plaies, pansements: œuvre de Pasteur et de son école.

Importance biologique des fermentations.

Maladies contagieuses. Étude de la maladie du charbon et de la diphtérie. En déduire le mode d'action des bactéries pathogènes, le principe et le mécanisme de la vaccination et de la sérothérapie ainsi que les notions d'immunité et de réceptivité.

Mode de transmission des maladies contagieuses: études sommaires de la variole et des fièvres éruptives, de la fièvre typhoïde, de la rage et de quelques maladies coloniales (paludisme, maladie du sommeil).

Prophylaxie: stérilisation, désinfection.

Étude spéciale de la tuberculose: cause, prédispositions, contagion, prophylaxie (vaccin B.C.G.), traitement; lutte antituberculeuse.

Centres anticancéreux: quelques notions sur le cancer.

Pour le reste, Cf. Programme.

Nota. Il est souhaitable que le professeur se documente périodiquement sur ces questions, soit à l'institut Pasteur, soit auprès des laboratoires bactériologiques régionaux.

Classes de second cycle

Les conférences d'hygiène prévues par la circulaire du 30 juillet 1942 sont supprimées, sauf les conférences de puériculture destinées aux jeunes filles, qui sont maintenues.

Classes de Philosophie, Mathématiques et Sciences expérimentales.

Programme des conférences de puériculture pour les jeunes filles.

(Cinq conférences d'une heure et demie chacune)

- I. Hygiène de l'alimentation de l'enfant; allaitement maternel, mixte et artificiel; sevrage et alimentation après sevrage.
 - II. Hygiène de la peau: bains; hygiène du vêtement: layette.
 - III. La dentition et ses accidents. Le squelette; ossification normale, rachitisme.
 - IV. Hygiène du système nerveux et des organes des sens: sommeil, promenades, jeux, éducation des organes des sens.
 - V. Maladies de l'enfance: gastro-entérite, broncho-pneumonie, angine, otite.
- Des visites de divers établissements: crèches, pouponnières, devront être organisées comme complément indispensable de cet enseignement.

Classes de Philosophie et de Mathématiques (Horaire hebdomadaire: deux heures)

Il sera prévu, pendant l'année scolaire, huit séances d'exercices pratiques de deux heures ou onze séances d'une heure et demie, prélevées sur l'horaire hebdomadaire.

I. Anatomie et physiologie animales.

Introduction. La cellule animale. La différenciation cellulaire. Principaux tissus.

Fonctions de relation.

Le squelette. Structure, composition chimique et accroissement des os.

Les muscles. Forme, structure, propriétés physiologiques des muscles. Analyse expérimentale de la contraction musculaire. L'énergie musculaire.

Le système nerveux. Anatomie très sommaire du système cérébro-spinal. Le neurone. Principales fonctions des différentes parties du système cérébro-spinal.

Les systèmes sympathique et parasympathique. Leurs fonctions.

Les organes des sens. La peau et ses différentes fonctions. L'œil, la vision.

Fonctions de nutrition.

La digestion. Anatomie de l'appareil digestif. Les aliments. Action des sucs digestifs sur les aliments. Le pancréas et le foie; leur structure et leurs fonctions.

L'absorption.

La circulation. Le sang, sa composition, rôle de ses diverses parties. Description sommaire de l'appareil circulatoire. Mécanisme de la circulation: action du cœur, rôle des vaisseaux. La pression artérielle.

La lymphe. Sa composition; son rôle. Appareil circulatoire et circulation lymphatique.

La respiration. Anatomie de l'appareil respiratoire. Ventilation pulmonaire. Echanges gazeux dans les poumons. Respiration des tissus.

La désassimilation. Structure du rein. L'urine.

Résumé de la nutrition. Le bilan nutritif, les rations alimentaires, les vitamines.

La chaleur animale. Quantités de chaleur produites. Sources de la chaleur animale. Régulation thermique.

Les glandes à sécrétion interne: surrénales, thyroïde, hypophyse; le rôle des hormones.

N.B. Les notions purement anatomiques et histologiques seront réduites au minimum. Dans le développement du programme, le professeur pourra suivre un ordre différent de l'ordre indiqué.

II. Anatomie et physiologie végétales.

Introduction. La cellule et les principaux tissus végétaux.

Fonctions de nutrition chez les phanérogames.

Étude très sommaire de la forme, la structure, la croissance de la racine, de la tige et de la feuille chez les phanérogames.

Les aliments des végétaux. Absorption de l'eau et des sels minéraux; leur circulation. Transpiration. Respiration.

La chlorophylle. Assimilation chlorophyllienne à partir du gaz carbonique. Produits de l'assimilation chlorophyllienne.

Les sources de l'azote. Migration des substances élaborées. *Les réserves.*

Fonctions de reproduction.

La fleur. La fleur des angiospermes. Etamine et pistil. Fécondation. Transformation de l'ovule en graine. Le fruit et la graine mûre.

Germination de la graine.

Reproduction des fougères et des sélaginelles. Comparaison avec la reproduction des phanérogames angiospermes.

N.B. Même observation que pour l'étude de l'anatomie et de la physiologie animales.

Classe de Sciences expérimentales

(Horaire hebdomadaire: quatre heures).

Il sera prévu, pendant l'année scolaire, douze séances d'exercices pratiques de deux heures ou seize séances d'une heure et demie, prélevées sur l'horaire hebdomadaire.

Le professeur disposera d'un temps suffisant pour traiter d'une façon plus complète que dans les classes de Philosophie ou de Mathématiques les divers chapitres de l'anatomie et physiologie animales et végétales, mais l'esprit dans lequel cet enseignement sera donné doit être le même et les instructions du 23 décembre 1941 s'appliquent à la classe de Sciences expérimentales.

L'étude des caractères généraux et de l'évolution des êtres vivants devra, comme les autres parties du programme, être basée sur l'observation et l'expérimentation.

Dans toutes les parties de son enseignement, le professeur cherchera à faire toutes les observations et à réaliser les expériences que comporte chaque sujet traité. Il s'efforcera de donner, dans un langage simple, un enseignement de niveau élevé permettant à ses élèves de saisir toute la portée des grands problèmes biologiques abordés.

Anatomie et physiologie animales.

Introduction. La cellule animale; sa constitution, la multiplication des cellules. La différenciation cellulaire. Principaux tissus.

Fonctions de relation.

Le squelette. Structure, composition chimique, développement et croissance des os. Description sommaire des différentes parties du squelette.

Les muscles. Forme, structure, propriétés physiologiques des muscles. Analyse expérimentale de la contraction musculaire. Chaleur et travail musculaire. Les sources de l'énergie musculaire.

Le système nerveux. Anatomie très sommaire du système cérébro-spinal. Le neurone. Principales fonctions des différentes parties du système cérébro-spinal.

Les systèmes sympathique et parasympathique. Leurs fonctions.

Les organes des sens. La peau et ses différentes fonctions. L'œil, la vision, les principales anomalies de la vision. Notions sommaires sur l'oreille.

Fonctions de nutrition.

La digestion. Anatomie de l'appareil digestif. Les aliments. Action des sucs digestifs sur les aliments. Les diastases. Le pancréas et le foie; leur structure et leurs fonctions.

L'absorption.

La nutrition. Le bilan nutritif. Les rations alimentaires. Les vitamines.

La circulation. Le sang, sa composition, rôle de ses diverses parties. Description sommaire de l'appareil circulatoire. Mécanisme de la circulation: action du cœur, rôle des vaisseaux. La pression artérielle.

La lymphe. Sa composition; son rôle. Appareil circulatoire et circulation lymphatique.

La respiration. Anatomie de l'appareil respiratoire. Ventilation pulmonaire. Échanges gazeux dans les poumons. Respiration des tissus, respiration cellulaire.

La désassimilation. Produits de la désassimilation. Structure du rein. L'urine.

La chaleur animale. Quantités de chaleur produites. Sources de la chaleur animale. Métabolisme basal. Régulation thermique. Organismes homéothermes et poïkilothermes.

Les glandes à sécrétion interne: surrénales, thyroïde, hypophyse; le rôle des hormones.

N.B. Les notions purement anatomiques et histologiques seront réduites au minimum. Dans le développement du programme, le professeur pourra suivre un ordre différent de l'ordre indiqué.

Notions élémentaires de microbiologie et d'immunologie.

Les microbes. Protozoaires, champignons, bactéries, virus pathogènes. Formes, multiplication et conditions d'existence des bactéries.

Les maladies contagieuses. Étude de la maladie du charbon et de la diphtérie. En déduire: le mode d'action des bactéries pathogènes, le principe et le mécanisme de la vaccination et de la sérothérapie ainsi que les notions d'immunité et de réceptivité.

Modes de transmission des maladies contagieuses: étude sommaire de la fièvre typhoïde, du paludisme.

Anatomie et physiologie végétales

Introduction. La cellule: le cytoplasme et ses principaux constituants: le noyau, la membrane. Étude des principaux tissus végétaux.

Fonctions de nutrition chez les phanérogames.

Forme, structure et croissance de la racine, de la tige et de la feuille chez les phanérogames.

Les aliments du végétal. L'eau: absorption, circulation, transpiration.

Absorption des sels minéraux. Nutrition minérale.

Les sources de l'azote chez les végétaux. Nutrition azotée. Cycle de l'azote.

La chlorophylle. Fonction chlorophyllienne. Nutrition carbonée. Cycle du carbone.

Migration des substances élaborées. Réserves.

Respiration. Échanges gazeux respiratoires. Respiration cellulaire.

Nutrition des plantes sans chlorophylle: saprophytisme, parasitisme, symbiose.

Fonctions de reproduction.

Reproduction des phanérogames. Angiospermes et gymnospermes (pin). La fleur: étamines, carpelles. Fécondation. Transformation de l'ovule en graine. Le fruit. La graine. Germination de la graine.

Étude, à l'aide d'exemples choisis parmi les espèces communes, des principaux modes de reproduction chez les cryptogames. Les algues et les champignons: reproduction par spores et par œufs; isogamie, hétérogamie, sexualisation. La reproduction chez les mousses et les cryptogames vasculaires (fougères, prêles, sélaginelles).

Comparaison des modes de reproduction chez les phanérogames et les groupes supérieurs des cryptogames.

La vie d'une plante cultivée.

Étude des caractères botaniques, de la culture, des principales maladies cryptogamiques pour une des trois plantes suivantes: blé, pomme de terre, vigne.

N.B. Même observation que pour l'étude de l'anatomie et de la physiologie animales.

Caractères généraux des êtres vivants.

Comparaison des cellules animales et des cellules végétales. Étude comparée de l'organisation des cellules et du rôle des principaux constituants cellulaires. Les fonctions communes à toutes les cellules.

L'hérédité. La notion de l'espèce. Étude expérimentale de l'hérédité. Les lois de Mendel. La théorie chromosomique de l'hérédité (quatre heures au maximum).

Évolution des êtres vivants.

Les caractères généraux des divers embranchements du règne animal (six heures au maximum).

Étude comparée du squelette, des membres, des dents, de l'appareil circulatoire, de l'appareil respiratoire et du système nerveux chez les vertébrés (trois heures).

Étude de quelques groupes en paléontologie: les premiers oiseaux: l'archéoptérix. Les ancêtres du cheval. L'évolution des proboscidiens. Les plantes fossiles.

Mise en évidence de quelques faits tirés de l'anatomie comparée et de l'embryologie, pouvant constituer des arguments en faveur des conceptions sur l'évolution des êtres vivants. Les théories de l'évolution.

* * * * *

(1951)

Programme des conférences de puériculture pour les jeunes filles.

Commun aux classes de Philosophie, Mathématiques et Sciences expérimentales

(Cinq conférences d'une heure et demie chacune)

I. Hygiène de l'alimentation de l'enfant; allaitement maternel, mixte et artificiel; sevrage et alimentation après sevrage.

II. Hygiène de la peau: bains; hygiène du vêtement: layette.

III. La dentition et ses accidents. Le squelette; ossification normale, rachitisme.

IV. Hygiène du système nerveux et des organes des sens: sommeil, promenades, jeux, éducation des organes des sens.

V. Maladies de l'enfance: gastro-entérite, broncho-pneumonie, angine, otite.

Des visites de divers établissements: crèches, pouponnières, devront être organisées comme complément indispensable de cet enseignement.

Programmes de sciences naturelles des classes terminales.

Classe de Sciences expérimentales

(Horaire hebdomadaire: 3 heures de cours; 1 heure de travaux pratiques.)

I. Anatomie et physiologie humaines

Les notions purement anatomiques et histologiques seront réduites au minimum nécessaire pour la compréhension de la physiologie.

1° Généralités.

Constitution générale de l'organisme: appareils, organes, tissus, cellules.
La cellule animale. La multiplication cellulaire.
Les tissus animaux: tissus épithéliaux et conjonctifs¹².

2° Appareils et fonctions de relation.

Le squelette: ses différentes parties. Les os: structure, composition chimique; formation et croissance d'un os long. Facteurs de l'ostéogénèse (hormones et vitamines).
Le système musculaire. Différents types de muscles¹³. Tissus musculaires lisse et strié. Propriétés des muscles: notion de chronaxie. Etude graphique de la contraction musculaire.
Origine de l'énergie musculaire. Fatigue.
Le système nerveux. Le tissu nerveux; le neurone et ses propriétés. Chronaxie nerveuse. L'influx nerveux et sa propagation. Système cérébro-spinal; ses différentes parties. Principales fonctions de la moelle, du bulbe, du cervelet, des hémisphères cérébraux.
Système neuro-végétatif, orthosympathique et parasympathique. Médiateurs chimiques.
Organes des sens: la peau et le toucher, l'oreille et l'ouïe, l'œil et la vision.

3° Appareils et fonctions de nutrition.

Les aliments.
Les diastases.
L'appareil digestif: tube digestif et organes annexes: glandes salivaires, pancréas, foie. Phénomènes mécaniques et chimiques de la digestion. Leur résultat. L'absorption intestinale. Destinée des produits de l'absorption: fonction glycogénique du foie.
Le sang. Groupes sanguins.
L'appareil circulatoire sanguin; cœur et vaisseaux¹⁴.
Structure du cœur, des artères, des capillaires et des veines.
Contraction cardiaque; son étude graphique. Circulation dans les vaisseaux.
La lymphe.
L'appareil circulatoire lymphatique. Circulation de la lymphe.
L'appareil respiratoire; ses différentes parties.
Structure et vascularisation des poumons. Phénomènes mécaniques de la respiration.
Echanges gazeux au niveau des poumons et au niveau des tissus.
Rôle du sang dans la respiration. Respiration des tissus. Asphyxie, respiration artificielle.
La température du corps. Origine de la chaleur dégagée. Régulation thermique.
L'urine; origine de ses principaux éléments: fonction uropoïétique du foie¹⁵.
L'appareil urinaire; ses différentes parties. Structure et vascularisation du rein.
La sueur. La bile.

4° Nutrition générale de l'organisme.

Besoin d'énergie, son évaluation: calorimétrie directe et indirecte.
Métabolisme basal.
Besoin de matière: besoin quantitatif, besoin qualitatif (acides aminés indispensables, vitamines).
Application: établissement d'une ration alimentaire.
Les glandes endocrines: pancréas endocrine, glandes thyroïde et parathyroïdes, capsules surrénales, hypophyse, gonades.

5° L'unité de l'organisme.

Montrer l'existence des corrélations nerveuses et humorales d'après l'étude du fonctionnement du cœur et de la régulation de la constance glycémique.

Le milieu intérieur; sa constance.

Immunité, vaccination, sérothérapie, anaphylaxie, chimiothérapie, antibiotiques.

II. Les plantes vertes.

¹² Il est précisé que les tissus cartilagineux et osseux seront étudiés avec le squelette.

¹³ Il est précisé que la nomenclature des muscles n'est pas au programme.

¹⁴ Il est précisé que l'on supprimera toute nomenclature de vaisseaux qui n'est pas nécessaire à la compréhension des grandes fonctions étudiées.

¹⁵ Il est précisé que les fonctions du foie ont été dissociées à dessein. On en fera une brève récapitulation.

Structure cellulaire. Constitution générale de la plante¹⁶.

La vie d'une plante: les aliments du végétal vert; synthèses chlorophylliennes; respiration¹⁷.

III. Cycles du carbone et de l'azote.

Rôle des bactéries.

IV. Formation des organismes.

1° *Reproduction des êtres vivants.*

Les gamètes, la fécondation. Préciser cette étude sur deux exemples, un animal et un végétal, au choix du professeur.

Notion de cycle de développement, à l'aide d'exemples: animaux, fucus, spirogyre, fougère.

2° *Développement de l'œuf de l'amphioxus* jusqu'à la mise en place des feuilletts embryonnaires. Destinée des feuilletts.

Développement de l'axe cérébro-spinal des vertébrés.

3° *Rôle des hormones dans la croissance des animaux et des végétaux.*

V. Caractères généraux des êtres vivants.

La structure cellulaire. Comparaison des cellules animales et végétales. Fonctions communes à tous les êtres vivants.

VI. Hérité.

Étude expérimentale de l'hybridation. Monohybridisme et dihybridisme. Les lois de Mendel. Théorie chromosomique. Un exemple d'hérité humaine: daltonisme ou hémophilie.

VII. L'évolution des êtres vivants.

Les faits de l'évolution: un fait embryologique, un fait d'anatomie comparée (exemple choisi: l'encéphale chez les vertébrés), un fait paléontologique (évolution des membres et de la denture chez les ancêtres du cheval). Les théories de l'évolution.

Classe de Philosophie

(Horaire hebdomadaire: 2 heures: cours et travaux pratiques)

I. Anatomie et physiologie humaines

Les notions purement anatomiques et histologiques seront réduites au minimum nécessaire pour la compréhension de la physiologie.

a) *Généralités.*

Constitution générale de l'organisme: appareils, organes, tissus, cellules.

La cellule animale.

Les tissus animaux: tissus épithéliaux et conjonctifs.

b) *Appareils et fonctions de relation.*

Le squelette: ses différentes parties. Les os: structure, composition chimique; origine et croissance d'un os long.

Le système musculaire. Différents types de muscles¹⁸. Tissus musculaires lisse et strié. Propriétés des muscles.

Étude graphique de la contraction musculaire.

Origine de l'énergie musculaire. Fatigue.

Le système nerveux. Le tissu nerveux et ses propriétés. Système cérébro-spinal; ses différentes parties. Principales fonctions de la moelle épinière, du bulbe rachidien, du cervelet, des hémisphères cérébraux.

Système neuro-végétatif; orthosympathique et parasympathique.

Organes des sens: la peau et le toucher, l'œil et la vision.

c) *Appareils et fonctions de nutrition.*

Les aliments.

L'appareil digestif: tube digestif et organes annexes: glandes salivaires, pancréas, foie. Phénomènes mécaniques et chimiques de la digestion. Leur résultat.

¹⁶ Il est précisé que les études de morphologie et de structure se réduiront essentiellement à des exercices pratiques.

¹⁷ Il est précisé que l'on fera l'étude morphologique de la fleur, du fruit et de la graine sous forme d'exercices pratiques.

¹⁸ Il est précisé que la nomenclature des muscles n'est pas au programme.

L'absorption intestinale. Destinée des produits de l'absorption: fonction glycogénique du foie.
Le sang. Groupes sanguins.
L'appareil circulatoire sanguin; cœur et vaisseaux¹⁹.
Structure du cœur, des artères, des capillaires et des veines.
Contraction cardiaque; son étude graphique. Circulation dans les vaisseaux.
La lymphe.
L'appareil circulatoire lymphatique. Circulation de la lymphe.
Immunité, vaccination, sérothérapie, anaphylaxie.
L'appareil respiratoire; ses différentes parties.
Structure et vascularisation des poumons. Phénomènes mécaniques de la respiration.
Échanges gazeux au niveau des poumons et au niveau des tissus.
Rôle du sang dans la respiration.
La température du corps. Origine de la chaleur dégagée. Régulation thermique.
L'appareil urinaire; ses différentes parties. Structure et vascularisation du rein.
L'urine; origine de ses principaux éléments ; fonction uropoïétique du foie²⁰.
La sueur. La bile.
Besoin d'énergie, son évaluation: calorimétrie.
Besoin de matière: besoin quantitatif, besoin qualitatif (acides aminés indispensables, vitamines).
Application: établissement d'une ration alimentaire.
Les glandes endocrines: pancréas endocrine, glandes thyroïde et parathyroïdes, capsules surrénales, hypophyse.

II. Les plantes vertes

Structure cellulaire. Constitution générale de la plante²¹.
Vie d'une plante : les aliments du végétal vert ; synthèses chlorophylliennes ; respiration.
Rôle des hormones dans la croissance²².

III. Cycle du carbone et de l'azote

Rôle des bactéries

IV. Hérité

Reproduction des êtres vivants : les gamètes, la fécondation. Préciser cette étude sur deux exemples (un animal et un végétal) au choix du professeur.
Étude expérimentale de l'hybridation.
Monohybridisme étudié sur un exemple. Les lois de Mendel et leur interprétation chromosomique. Un exemple d'hérité humaine : daltonisme ou hémophilie.

V. L'évolution des êtres vivants

Les faits de l'évolution : un fait embryologique, un fait d'anatomie comparée (exemple choisi : l'encéphale chez les vertébrés), un fait paléontologique (évolution des membres et de la denture chez les ancêtres du cheval).
Les théories de l'évolution.

Classe de mathématiques

Horaire hebdomadaire : 2 heures : cours et travaux pratiques

I. Anatomie et physiologie humaines

Les notions purement anatomiques et histologiques seront réduites au minimum nécessaire pour la compréhension de la physiologie.

a) Généralités.

Constitution générale de l'organisme: appareils, organes, tissus, cellules.
La cellule animale.
Les tissus animaux: tissus épithéliaux et conjonctifs.

¹⁹ Il est précisé que l'on supprimera toute nomenclature de vaisseaux qui n'est pas nécessaire à la compréhension des grandes fonctions étudiées.

²⁰ Il est précisé que les fonctions du foie ont été dissociées à dessein. On en fera une brève récapitulation.

²¹ Il est précisé que les études de morphologie et de structure se réduiront essentiellement à des exercices pratiques.

²² Il est précisé que l'on fera l'étude morphologique de la fleur, du fruit et de la graine sous forme d'exercices pratiques

b) Appareils et fonctions de relation :

Les os : structure, composition chimique ; origine et croissance d'un os long.
Les muscles : tissus musculaires lisse et strié. Propriétés des muscles. Etude graphique de la contraction musculaire. Origine de l'énergie musculaire²³. Fatigue.
Le système nerveux. Le tissu nerveux et ses propriétés.
Système cérébro-spinal; ses différentes parties. Principales fonctions de la moelle épinière, du bulbe, du cervelet, des hémisphères cérébraux.
Système neuro-végétatif; orthosympathique et parasymphathique.
Organes des sens: la peau et le toucher, l'œil et la vision.

c) Appareils et fonctions de nutrition.

Les aliments.
Les vitamines.
L'appareil digestif: tube digestif et organes annexes: glandes salivaires, pancréas, foie. Phénomènes mécaniques et chimiques de la digestion. Leur résultat.
L'absorption intestinale. Destinée des produits de l'absorption: fonction glycogénique du foie.
Le sang.
L'appareil circulatoire sanguin; cœur et vaisseaux²⁴.
Structure du cœur, des artères, des capillaires et des veines.
Contraction cardiaque : son étude graphique. Circulation dans les vaisseaux.
La lymphe.
L'appareil circulatoire lymphatique. Circulation de la lymphe.
Immunité, vaccination, sérothérapie, anaphylaxie.
L'appareil respiratoire; ses différentes parties.
Structure et vascularisation des poumons. Phénomènes mécaniques de la respiration.
Échanges gazeux au niveau des poumons et au niveau des tissus.
Rôle du sang dans la respiration.
La température du corps. Origine de la chaleur dégagée. Régulation thermique.
L'appareil urinaire; ses différentes parties. Structure du rein.
L'urine; origine de ses principaux éléments ; fonction uropoïétique du foie²⁵.
La sueur. La bile.
Les glandes endocrines : pancréas endocrine, glandes thyroïdes et parathyroïdes, capsules surrénales, hypophyse.

II. Les plantes vertes

Structure cellulaire. Constitution générale de la plante²⁶.
Vie d'une plante : les aliments du végétal vert ; synthèses chlorophylliennes ; respiration.
Rôle des hormones dans la croissance.

III. Cycle du carbone et de l'azote

Rôle des bactéries

IV. Hérité

Reproduction des êtres vivants : les gamètes, la fécondation. Préciser cette étude sur deux exemples (un animal et un végétal) au choix du professeur.
Étude expérimentale de l'hybridation.
Monohybridisme étudié sur un exemple. Les lois de Mendel et leur interprétation chromosomique. Un exemple d'hérité humaine : daltonisme ou hémophilie.

* * * * *

PROGRAMMES DE SCIENCES NATURELLES DES C' ET M'

(1951)

Classes de seconde C' et M'

(Horaire hebdomadaire: une heure et demie de cours; une heure et demie de travaux pratiques)

²³ Il est précisé que le métabolisme intermédiaire n'est pas au programme.

²⁴ Il est précisé que l'on supprimera toute nomenclature des vaisseaux.

²⁵ Il est précisé que les fonctions du foie ont été dissociées à dessein. On en fera une brève récapitulation.

²⁶ Il est précisé que les études de morphologie et de structure se réduiront essentiellement à des exercices pratiques.

L'attention des professeurs est attirée sur la nécessité d'assurer, chemin faisant, les connaissances de base indispensables. Comme l'indique l'esprit des programmes, il faut partir de la nature, mais pour aller à ces connaissances de base et les vérifier.

Introduction.

Etude pratique d'un ensemble végétal naturel (forêt, par exemple), pour mettre en évidence les divers aspects et modes de vie des plantes.

I. Organisation et mode de vie des plantes²⁷.

1° L'appareil végétatif.

A. Étude morphologique.

a) Plantes à fleurs.

Plante herbacée annuelle.

Plante ligneuse.

Plante herbacée vivace (rhizomes, bulbes, tubercules).

Mettre en évidence, à propos des différents cas, les problèmes biologiques qu'ils posent; multiplication végétative.

b) Plantes sans fleurs.

B. Étude microscopique.

Principaux tissus végétaux et cellule végétale.

2° Nutrition des végétaux.

Observations et expériences simples mettant en évidence les éléments du milieu indispensables à la nutrition végétale:

L'eau : absorption, émission, circulation.

Sels minéraux: engrais, composition, importance de leur principaux constituants. Signaler, au sujet de l'approvisionnement en eau et en sels, quelques cas particuliers; ex: gui.

Gaz carbonique: assimilation chlorophyllienne et élaboration des substances organiques constituants les végétaux.

Vue d'ensemble de la nutrition des plantes vertes; cas particulier: plantes sans chlorophylle.

3° Respiration.

4° Transformation dans le sol des matières organiques en matières minérales.

5° Reproduction des végétaux.

A. Plantes à fleurs.

Organisation d'une fleur complète, pollinisation. La vie de la fleur, du bourgeon floral au fruit et à la graine.

Étude d'un fruit et d'une graine (vie ralentie de la graine); dissémination des semences; germination. Importance comparée de la reproduction sexuée et de la multiplication végétative chez les plantes cultivées; bouturage, marcottage, greffe.

Taille des arbres fruitiers.

B. Plantes sans fleurs.

Étude d'une fougère, d'une mousse, d'un champignon saprophyte et d'un champignon parasite, d'une algue.

II. Les végétaux fossiles: forêt houillère.

III. Éléments de classification.

Emploi de la flore: utilisation des principaux caractères de l'appareil végétatif et de l'appareil reproducteur des plantes à fleurs. Constitution d'un herbier.

IV. Les plantes, le milieu et l'homme.

Étude, au cours d'excursions:

A. Du peuplement d'un espace.

Milieu terrestre: champ, talus, ballast, rocher, toit, mur, arbre, etc.

Milieu aquatique: fossé, mare, étang (le cas échéant, eaux salées).

B. De l'utilisation des végétaux.

Plantes alimentaires, plantes médicinales et vénéneuses, plantes industrielles, plantes d'ornement (intérêt horticole et artistique).

C. Des cultures locales.

* * * * *

Programmes de Sciences naturelles des C' et M' (1951)

Classe de première, sections C', M'

(1 heure et demi de cours, 1 heure et demi de travaux pratiques)

I. Les animaux dans leur milieu. Étude de la vie animale et de ses variations saisonnières dans un *milieu terrestre* et dans un *milieu aquatique* (forêt, prairie, étang, littoral, etc.).

Observation de diverses formes animales. Utilisation de faunes simples et d'atlas pour leur détermination. Animaux sédentaires,

²⁷ Il est précisé que les études de morphologie et de structure se réduiront essentiellement à des exercices pratiques.

animaux de passage.

Étude de la biologie de quelques animaux vivant dans le milieu étudié. Comportement. Recherche de la nourriture. Reproduction. Développement.

Étude de quelques exemples de répartition des populations animales dans le milieu étudié et de quelques exemples d'évolution de ces populations en fonction de la flore²⁸. Interdépendance de l'animal et du végétal au point de vue de l'alimentation, de l'habitat, de la reproduction.

II. Organisation et biologie des animaux. Réalisation d'élevages d'animaux récoltés dans le milieu étudié ou d'espèces voisines mais d'élevage plus facile.

Étude par la dissection de l'organisation de ces animaux complétée, le cas échéant, par l'observation à la loupe et l'examen microscopique, d'organes et de tissus.

Cette étude devra être étroitement associée à l'analyse *du mode de vie* des animaux, analyse rendue plus facile grâce à l'élevage.

Étude du développement de quelques uns de ces animaux²⁹.

Essais d'expérimentation sur les élevages, destinés en particulier à préciser l'action du milieu, les relations de voisinage entre espèces animales³⁰.

Établissement progressif de la classification des animaux. (On se limitera aux grandes lignes de cette classification et on en dégagera la valeur comme instrument de travail pour le zoologiste.)

III. Les animaux et l'homme. Étude de deux animaux utiles à l'homme et dont l'élevage est réalisé dans le cadre local.

Visite d'un centre d'élevage. Installation et hygiène de l'élevage. Alimentation de l'animal. Reproduction. Sélection.

Analyse au cours d'excursions de l'importance des dégâts causés à la végétation par les animaux. Étude de deux animaux nuisibles et de leur biologie. Moyens de lutte. (On prendra un exemple d'animal nuisible dont la destruction est réalisée par le développement d'un animal prédateur.)

IV. Les fossiles. Étude d'une coupe fossilifère. Récolte des fossiles.

Nettoyage et préparation des fossiles. Étude zoologique. Essai de reconstitution du milieu biogéographique.

Étude de deux exemples pris dans le cadre régional montrant l'importance de la vie animale dans la formation des roches.

Étude sur quelques exemples de l'utilisation des restes fossiles à la reconstitution des animaux disparus et de leur biologie.

Application à l'étude de l'adaptation des reptiles secondaires aux divers milieux.

Étude des principaux documents relatifs à l'homme fossile et à son industrie.

Classe de première, section technique B Les besoins de l'homme et le milieu.

(1h par semaine)

Ressources végétales: étude de quelques plantes utiles à l'homme; une céréale, la pomme de terre ou la betterave, un arbre fruitier ou la vigne, une essence forestière.

À propos de chacune d'elles, on étudiera les caractères botaniques, le mode de vie, la culture et les principaux ennemis. Intérêt pratique.

Ressources animales: étude de quelques animaux utiles à l'homme: un mammifère domestique (cheval, bœuf, mouton ou porc), un oiseau de basse-cour, un poisson, un insecte (abeille, bombyx du mûrier).

On étudiera les caractères zoologiques essentiels, le mode de vie et, en ce qui concerne les animaux domestiques, l'élevage et l'hygiène.

Ressources du sous-sol: Visite d'une carrière ou d'une mine: nature et disposition des roches, fossiles s'il y a lieu. Exploitation.

Cet enseignement sera, autant que possible, donné en *coordination avec les autres disciplines*. Cette coordination doit permettre d'établir la *carte des ressources locales*.

* * * * *

Programmes de Sciences naturelles des classes de première C' et M' des lycées, collèges et Écoles Normales (1953). Classe de première C'M'

I. Organisation et biologie des animaux

Étude des animaux rencontrés au cours **d'excursions** : leur biologie ; leurs caractères distinctifs.

Application de la **méthode des élevages** à l'étude des animaux récoltés ou à celle d'autres animaux d'élevage plus facile : comportement, respiration, nourriture, reproduction, développement.

Étude pratique de **l'organisation d'un représentant** de chacun des groupes suivants : Protozoaires, Cœlentérés, Echinodermes ;

²⁸ Il est précisé que, dans quelques cas simples, on pourra utiliser la méthode statistique pour cette étude.

²⁹ Il est précisé qu'éventuellement, on suivra la croissance de l'un d'eux.

³⁰ Il est précisé que l'on se limitera à un petit nombre d'expériences simples bien choisies.

Annélides, Cestodes ou Nématodes ; Gastéropodes, Lamellibranches, Céphalopodes ; Crustacés ; Insectes à métamorphoses incomplètes, Insectes à métamorphoses complètes, Arachnides ; Vertébrés (Poissons, Batraciens, Reptiles, Oiseaux, Mammifères).
Le cas échéant, observation à la loupe ou au microscope d'organes et de tissus.
Établissement progressif de la classification des animaux (embranchements, classes, ordres) ; valeur de cette classification comme instrument de travail pour le zoologiste.
Adaptation au régime alimentaire chez les Insectes et chez les Mammifères ; adaptation à la locomotion chez les Vertébrés actuels et chez les Reptiles secondaires. Étude de ces deux types d'adaptation chez les Équidés fossiles.
Étude d'un milieu terrestre ou aquatique (forêt, prairie, étang, littoral, etc.)
- Variations saisonnières de la vie animale.

II.— Les animaux et l'homme

Étude d'un **animal utile à l'homme** et dont l'élevage est réalisé dans la région. Visite éventuelle d'un centre d'élevage (installation et hygiène de l'élevage ; alimentation, reproduction et sélection de l'animal).
Étude aussi concrète que possible de quelques **animaux nuisibles à l'homme**, à ses cultures, à ses réserves : biologie, dégâts, moyens de lutte.

* * * * *

PROGRAMMES DES SCIENCES NATURELLES DES CEG ET DES LYCÉES (1958-1960)

Classe de sixième

(Horaire hebdomadaire une heure et demie, dont une heure de cours par quinzaine et une heure de travaux pratiques, par semaine, donnée à des groupes de 24 élèves au maximum.)

I. Le corps humain.

L'étude de l'homme servira de référence pour la connaissance des Vertébrés ; elle ne devra pas s'étendre sur plus de six semaines.

- 1° **Introduction.** Rappel de la morphologie et de l'organisation générale du corps humain à l'aide d'observations sur l'Homme et sur l'écorché (une leçon).
- 2° **Le squelette.** On insistera surtout sur le squelette des membres.
- 3° **Les muscles.** Étude d'un mouvement de flexion et d'un mouvement d'extension : rôle respectif des muscles, des os et des articulations dans ces mouvements.
- 4° **La denture de l'Homme adulte et de l'enfant.** Étude des différentes dents. Formules dentaires.
Le régime alimentaire de l'Homme. Mastication : mouvements du maxillaire inférieur et rôle des dents.

II. Les Vertébrés.

Les grands groupes de Vertébrés étudiés à partir d'animaux de la région : étude morphologique et biologique. Mise en évidence des rapports entre morphologie, milieu et mode de vie : l'idée d'adaptation.
Les grandes lignes de la classification des Vertébrés dégagées des études précédentes.
Étude d'un élevage local ou d'un élevage de laboratoire.

III. Les plantes à fleurs.

Étude morphologique des organes d'une plante à fleurs.
Étude morphologique et biologique de plantes à fleurs herbacées et arborescentes communes dans la région. On s'efforcera d'étudier au moins une plante annuelle et une plante bisannuelle, une plante à bulbe, une plante à tubercule, une plante à rhizome.
Utilisation d'une flore.
Idée de la classification des plantes à fleurs.
Étude d'une plante cultivée de la région.

Classe de cinquième

(Horaire hebdomadaire une heure et demie dont une heure donnée à des groupes de 24 élèves au maximum.)

I. Les Invertébrés.

Les grands groupes d'invertébrés étudiés à partir d'animaux communs dans la région ou que l'on peut se procurer vivants : étude morphologique et biologique. Mise en évidence des rapports entre morphologie, milieu et mode de vie. On s'efforcera de réaliser quelques élevages.
Les grandes lignes de la classification des Invertébrés dégagées des études précédentes.
Étude d'un Invertébré utile à l'Homme et de son élevage.

Étude d'un Invertébré nuisible; comment on le combat.

II. Les plantes sans fleurs.

Étude morphologique et biologique de plantes sans fleurs communes dans la région ou que l'on peut se procurer vivantes.
Idée de la classification des plantes sans fleurs.

III. Vue d'ensemble sur les êtres vivants étudiés en 6^e et en 5^e.

Plantes et animaux utiles. Plantes et animaux nuisibles. Quelques aspects locaux du rôle de l'Homme dans la nature.

Classe de quatrième

(Horaire hebdomadaire une heure et demie. Une demie heure sera consacrée à des exercices pratiques à raison d'une séance d'une heure par quinzaine.)

I. Les roches.

Étude des principales roches de la région et, le cas échéant, des fossiles qu'elles contiennent. Essais de reconstitution de leur histoire.
Les divers types de roches: éruptives, sédimentaires, métamorphiques.
Deux minerais exploités en France.

II. Les phénomènes géologiques.

Étude, dans le cadre local ou à partir de documents photographiques, de phénomènes géologiques d'origine externe et d'origine interne; manifestations de ces mêmes phénomènes au cours des temps géologiques.
Comparaison de leurs actions sur le relief.

III. Histoire de la Terre.

Âge relatif des terrains; cette notion sera dégagée d'observations faites si possible sur le terrain et à partir de documents (photographiques, roches, fossiles). Grandes subdivisions des temps géologiques.
Étude de quelques fossiles caractéristiques des diverses ères géologiques, leur place dans la classification des êtres vivants. On mettra en valeur le fait important de la succession des flores et des faunes.
Utilisation de toutes les notions précédemment acquises à des essais de compréhension de la géologie locale. Établissement d'une carte géologique locale très simple.
La carte géologique de la France. Esquisse de l'histoire géologique de la France.

IV Le sol, le sous-sol et l'Homme.

Constatation d'un lien entre végétation spontanée, cultures et formations géologiques.
Intérêt de la géologie appliquée; on partira d'exemples empruntés au cadre local puis à la France entière.

Classe de troisième

(Horaire hebdomadaire: une heure en section classique **A** et **B**, une heure et demie en section moderne.)

Introduction.

Morphologie et organisation générale du corps humain : observations sur l'homme et sur l'écorché complétées par la dissection d'un Mammifère.
Notions d'organe et d'appareil.

I. Organes et fonctions de relation.

I. Le squelette.

Description sommaire du squelette.

Structure macroscopique d'un os long déduite de l'étude d'un os humain et d'un os frais de mammifère.

Croissance d'un os long. Les caractères macroscopiques de la croissance seront déduits de la comparaison d'os de mammifères jeunes et adultes de même espèce.

Mise en évidence, par des expériences simples, de la matière organique et de la matière minérale de l'os compact. Constitution chimique de l'os.

II. Le système musculaire et les mouvements.

Étude macroscopique d'un muscle long.

Mise en évidence, par des expériences simples, de l'excitabilité, de la contractilité et de l'élasticité des muscles.

Étude d'un mouvement de flexion et d'un mouvement d'extension, des points d'attache des muscles qui entrent en jeu, de l'effet mécanique des contractions; structure de l'articulation intéressée. Déduire de cet exemple le rôle respectif des muscles, des articulations et des éléments du squelette dans le mouvement.

III. Le système nerveux.

Vue d'ensemble du système nerveux; on s'aidera de la dissection d'un Vertébré et de l'observation de l'encéphale d'un Mammifère. On se limitera à la nomenclature suivante: axe cérébro-spinal, moelle épinière, nerfs rachidiens, encéphale, nerfs encéphaliques ou

crâniens, bulbe, cervelet, encéphale moyen, cerveau, substance blanche et substance grise.
Mise en évidence de la sensibilité consciente, de mouvements volontaires, de mouvements réflexes.

II. Organes et fonctions de nutrition.

I. Les aliments et l'Homme.

Mise en évidence de propriétés permettant de caractériser quelques aliments simples: sucres, amidon, lipides, protides. Reconnaissance de ces substances et de l'eau dans quelques aliments usuels; on signalera l'existence des sels minéraux.
Classification élémentaire des aliments composés.

II. L'appareil digestif et la digestion.

Rappel de l'organisation générale de l'appareil digestif d'un Mammifère, observée lors de la dissection de cet animal. Description de l'appareil digestif de l'Homme.
Étude d'une digestion *in vitro*. En dégager le rôle d'un suc digestif (la notion de diastase n'est pas au programme).
Généralisation: définition de la digestion.

III. L'appareil circulatoire et la circulation.

Le sang. Réalisation et étude d'un frottis sanguin coloré: les globules. Comparaison du sang non coagulé et du sang coagulé: fibrine, sérum, fibrinogène, plasma.
Étude anatomique du cœur et des gros vaisseaux à partir de la dissection d'un cœur de Mammifère. Définition d'une artère et d'une veine. Mise en évidence de capillaires sanguins et observation de la circulation du sang dans ces capillaires.
Observation de la contraction cardiaque: les trois phases d'un battement.
Description de la circulation dans le corps: circulation générale et circulation pulmonaire.

IV. L'appareil respiratoire et la respiration.

Étude pratique de l'appareil respiratoire d'un Mammifère. Analyse des mouvements respiratoires chez l'Homme.
Comparaison de l'air inspiré et de l'air expiré: enrichissement en gaz carbonique et appauvrissement en oxygène pendant le passage dans les poumons.
Expériences mettant en évidence le rôle de l'hémoglobine dans le transport de l'oxygène. On signalera le transport du gaz carbonique par le sang.

V. Le rein et l'excrétion.

Étude macroscopique d'un rein de mammifère.
L'urine, liquide toxique. Dangers d'intoxication résultant d'un mauvais fonctionnement des reins.

III. Hygiène et microbiologie

I. Éléments d'hygiène générale.

- 1° Hygiène du système nerveux et de l'appareil moteur (squelette et musculature).
- 2° Hygiène alimentaire: histoire de la découverte d'une avitaminose; notion de vitamine; nécessité d'une alimentation variée et équilibrée.
- 3° L'alcoolisme: ses dangers pour l'individu et pour la société; lutte antialcoolique.

II. L'homme et les microbes pathogènes.

1° Les microbes:
Observation vitale du Bacille subtil à partir d'une culture.
Réalisation de quelques cultures en milieux stériles.
Observation de photographies représentant différents types de microbes: protozoaires, champignons, bactéries, virus.
2° La défense antimicrobienne.
L'œuvre de Pasteur.
Infection microbienne à partir d'une plaie; réaction de l'organisme; antiseptie, aseptie.
Étude de quelques maladies contagieuses: variole, charbon, diphtérie, pour définir: vaccin, anatoxine, sérum.
Flemming et la pénicilline. Notion d'antibiotique.
Deux fléaux sociaux: la tuberculose et le cancer.

III. Hygiène sociale.

Quelques aspects de l'organisation sociale de l'hygiène et de la santé étudiés dans le cadre local: hygiène alimentaire, médecine préventive, transfusion sanguine.

Classe de seconde (Section M')

(Horaire hebdomadaire une heure et demie de cours ; une heure et demie de travaux pratiques.)

L'attention des professeurs est attirée sur la nécessité d'assurer, chemin faisant, les connaissances de base indispensables. Comme l'indique l'esprit des programmes, il faut partir de la nature, mais pour aller à ces connaissances de base et les vérifier.

Introduction.

Étude pratique d'un ensemble végétal naturel (forêt, par exemple), pour mettre en évidence les divers aspects et modes de vie des

plantes.

I Organisation et mode de vie des plantes³¹.

1° L'appareil végétatif.

A. Étude morphologique.

a) Plantes à fleurs.

Plante herbacée annuelle.

Plante ligneuse.

Plante herbacée vivace (rhizomes, bulbes, tubercules).

Mettre en évidence, à propos des différents cas, les problèmes biologiques qu'ils posent; multiplication végétative.

b) Plantes sans fleurs.

B. Étude microscopique.

Principaux tissus végétaux et cellule végétale.

2° Nutrition des végétaux.

Observation et expérience simples mettant en évidence les éléments du milieu indispensable à la nutrition végétale.

L'eau: absorption, émission, circulation.

Sels minéraux: engrais, composition, importance de leurs principaux constituants.

Signaler, au sujet de l'approvisionnement en eau et en sels, quelques cas particuliers; ex.: gui.

Gaz carbonique : assimilation et élaboration de substances organiques constituant les végétaux.

Vue d'ensemble de la nutrition des plantes vertes: Cas particulier: plantes sans chlorophylle.

3° Respiration.

4° Transformation dans le sol des matières organiques en matières minérales.

5° Reproduction des végétaux.

A. Plantes à fleurs.

Organisation d'une fleur complète, pollinisation. La vie de la fleur, du bourgeon floral au fruit et à la graine.

Étude d'un fruit et d'une graine (vie ralentie de la graine); dissémination des semences; germination. Importance comparée de la reproduction sexuée et de la multiplication végétative chez les plantes cultivées ; bouturage, marcottage, greffe.

Taille des arbres fruitiers.

B. Plantes sans fleurs:

Étude:

a) d'une fougère,

b) d'une mousse,

c) d'un champignon saprophyte et d'un champignon parasite,

d) d'une algue.

II Les végétaux fossiles: Forêt houillère.

III. Eléments de classification.

Emploi de la flore: utilisation des principaux caractères de l'appareil végétatif et de l'appareil reproducteur des plantes à fleurs. Constitution d'un herbier.

IV. Les plantes, le milieu et l'homme.

Étude, au cours d'excursions:

A. Du peuplement d'un espace.

Milieu terrestre: champ, talus, ballast, rocher, toit, mur, arbre, etc.

Milieu aquatique: fossé, mare, étang (le cas échéant, eaux salées).

B. De l'utilisation des végétaux.

Plantes alimentaires, plantes médicinales et vénéneuses, plantes industrielles, plantes d'ornement (intérêt horticole et artistique).

C. des cultures locales.

Classe de première (Section M')

(Horaire hebdomadaire une heure et demie de cours, une heure et demie de travaux pratiques.)

I. Organisation et biologie des animaux.

Étude des animaux rencontrés au cours d'excursions: leur biologie; leurs caractères distinctifs.

Application de la méthode des élevages à l'étude des animaux recoltés ou à celle d'autres animaux d'élevage plus facile: comportement, respiration, nourriture, reproduction, développement.

³¹ Il est précisé que les études de morphologie et de structure se réduiront essentiellement à des exercices pratiques.

Étude pratique de *l'organisation d'un représentant* de chacun des groupes suivants : protozoaires, cœlentérés, échinodermes, annélides, cestodes ou nématodes; gastéropodes, lamellibranches, céphalopodes; crustacés; insectes à métamorphoses incomplètes, insectes à métamorphoses complètes, arachnides; vertébrés (poissons, batraciens, reptiles, oiseaux, mammifères).

Le cas échéant, observation à la loupe et au microscope d'organes et de tissus.

Établissement progressif de la classification des animaux: (embranchements, classes, ordres); valeur de cette classification comme instrument de travail pour le zoologiste.

Étude de quelques *problèmes biologiques*.

Adaptation au régime alimentaire chez les insectes et chez les mammifères ; adaptation à la locomotion chez les vertébrés actuels et chez les reptiles secondaires. Étude de ces deux types d'adaptation chez les équidés fossiles.

Étude d'un *milieu terrestre ou aquatique* (forêt, prairie, étang, littoral, etc...), variations saisonnières de la vie animale;

II. Les animaux et l'homme

Étude d'un *animal utile à l'homme* et dont l'élevage est réalisé dans la région.

Visite éventuelle d'un centre d'élevage (installation et hygiène de l'élevage; alimentation, reproduction et sélection de l'animal).

Étude aussi concrète que possible de quelques *animaux nuisibles à l'homme*, à ses cultures, à ses réserves: biologie, dégâts, moyens de lutte.

Classes de Philosophie, Mathématiques et Sciences expérimentales

Programme des conférences de puériculture pour les jeunes filles.

(Cinq conférences d'une heure et demie chacune.)

I. Hygiène de l'alimentation de l'enfant; allaitement maternel, mixte et artificiel sevrage et alimentation après sevrage.

II. Hygiène de la peau: bains ; hygiène du vêtement: layette.

III. La dentition et ses accidents. Le squelette; ossification normale, rachitisme.

IV. Hygiène du système nerveux et des organes des sens: sommeil, promenades, jeux, éducation des organes des sens.

V. Maladies de l'enfance: gastro-entérite, broncho-pneumonie, angine, otite.

Des visites de divers établissements: crèches, pouponnières, devront être organisées comme complément indispensable de cet enseignement.

Classes Mathématiques et de Philosophie

(Horaire hebdomadaire: une heures de cours; une heure de travaux pratiques.)

Introduction.

I. Plans d'organisation d'un animal vertébré (autant que possible Mammifère) **et d'une Plante à fleur** (Angiosperme) dégagés par l'observation et la dissection.

En tirer les notions d'organe et d'appareil.

II. Notions de Physique et de chimie nécessaires à l'étude des êtres vivants.

(Elles seront définies à partir d'expériences simples.)

1^o Physique:

Solutions, suspensions, émulsions (stables et instables);
Distinction entre précipitation, floculation et coagulation;
Effet Tyndall;
Caractériser l'état colloïdal par ses principales propriétés.

2^o Chimie :

Mise en évidence des principaux constituants de la matière vivante et de leurs propriétés fondamentales à partir de l'étude d'organes animaux et végétaux, de liquides biologiques, dont le sang, et de quelques aliments.

Unité fondamentale de la constitution chimique des êtres vivants. (On se bornera à donner les formules globales des glucides et la formule générale des acides aminés)

I. La cellule et les tissus.

I. La cellule.

1^o Réalisation et observation de préparations microscopiques simples (dont un frottis de sang): conduisant à la notion de structure cellulaire commune aux êtres vivants, faisant découvrir les principaux constituants morphologiques des cellules animales et végétales.

2^o La multiplication cellulaire:

Étude de la mitose d'après des préparations microscopiques et des documents photographiques

3^o Mise en évidence d'échanges entre la cellule et le milieu: Coloration vitale, plasmolyse, turgescence. Les travaux de Dutrochet.

II. Les tissus : éléments d'histologie.

Étude pratique de deux tissus animaux et de deux tissus végétaux (tissu chlorophyllien et tissu conducteur).

II. Quelques aspects de l'organisation et de la biologie des êtres vivants

A. Animaux

ORGANES ET FONCTIONS DE RELATION

I. *Système nerveux et organes des sens.*

1° Organisation générale du système nerveux, d'après les dissections d'un Vertébré et d'un encéphale de Mammifère: les différentes parties du système nerveux cérébro-spinal que permettent de mettre en évidence ces dissections.

2° Le tissu nerveux:

Observation macroscopique et microscopique de substance grise, de substance blanche, d'un nerf dilacéré. Utiliser ces observations dans l'exposé des notions de neurone et de synapse. Conception de l'organisation du système nerveux qui repose sur ces notions.

Établir, à partir d'expériences réalisées sur des nerfs, les propriétés d'excitabilité et de conductibilité; la notion d'influx nerveux en liaison avec la notion de neurone et l'organisation du système nerveux.

3° Les organes sensoriels.

Anatomie du globe oculaire établie d'après la dissection d'un oeil de Bœuf.

Analyse d'une préparation histologique de rétine.

Fonctionnement du système optique d'un oeil normal.

Quelques problèmes relatifs à la vision:

excitation des cellules visuelles;

vision en fort et faible éclairage;

vision centrale et périphérique;

vision des couleurs.

Rôles du nerf optique et du centre visuel (sensation et perception).

Généralisations de la notion d'organe sensoriel: récepteur, nerf, centre nerveux.

4° Les réflexes

Réalisation d'un réflexe, chez l'homme et chez la grenouille.

Étude expérimentale d'un réflexe médullaire simple chez la grenouille. Analyse des éléments anatomiques qui interviennent et de leurs propriétés: notions de récepteur, de conducteur, d'effecteur et de centre réflexe. Définition d'un réflexe.

Le nerf rachidien et les expériences de Magendie: la conception de l'arc réflexe.

Mise en évidence de l'extension de la réponse avec des excitations d'intensité croissante.

Importance et diversité des réflexes dans la vie de relation.

5° Sensibilité consciente et motricité volontaire:

Participation de l'écorce cérébrale: étude des conséquences de lésions et d'excitations directes de l'écorce cérébrale pour montrer l'existence de localisations.

Analyse d'un acte volontaire déterminé par une excitation visuelle par exemple. Définition des éléments anatomiques qui interviennent: notions de récepteur, de conducteurs sensitif et moteur, d'effecteurs, de centres de projection et d'association.

Construction histologique de l'acte volontaire choisi.

6° Les réflexes conditionnés:

Décrire une expérience de Pavlov montrant comment on peut créer un réflexe conditionné.

7° Intervention du système nerveux dans le fonctionnement organique (étude d'un exemple, le rythme cardiaque).

Description du système nerveux cardiaque.

Mise en évidence de l'automatisme cardiaque.

Description et analyse d'expériences montrant les actions respectives du système orthosympathique et du pneumogastrique sur la contraction cardiaque.

La notion de médiateur chimique établie par la description d'une expérience de Loewi.

II. *Le système musculaire.*

Étude morphologique, anatomique et histologique d'un muscle strié.

Étude graphique de la contraction musculaire du gastrocnémien de Batracien.

ORGANES ET FONCTIONS DE NUTRITION.

I. *La digestion.*

Étude de digestions artificielles par une amylase et une protéase. La notion de diastase ; principaux caractères des diastases et de leur mode d'action.

II. *La respiration.*

Mise en évidence des échanges respiratoires chez les animaux.

Mise en évidence de la respiration d'un tissu.

Les oxydations cellulaires:

- Conception de Lavoisier: la respiration est une combustion.

- Conception actuelle: mise en évidence du dégagement d'hydrogène par un tissu vivant. Origine du gaz carbonique et devenir de l'hydrogène sans étudier le mécanisme de ces phénomènes.

Notion de diastase du métabolisme.

UNITE DE L'ORGANISME ANIMAL.

La découverte de la notion de sécrétion interne par Claude Bernard.

La découverte de la sécrétine par Bayliss et Starling.

Étude anatomique d'une glande hormonale. Analyse d'expériences mettant en évidence sa nature endocrinienne.

La notion d'hormone.

Dégager de cette notion et de l'intervention du système nerveux dans le fonctionnement organique, la notion de corrélation fonctionnelle et l'idée de l'unité de l'organisme.

B. Les plantes vertes.

I. La nutrition carbonée des plantes vertes.

1° Analyse d'expériences montrant le dégagement d'oxygène, la nécessité de l'absorption de gaz carbonique, la nécessité de la lumière et de la chlorophylle.

2° Mise en évidence de la formation d'un glucide dans un organe chlorophyllien.

3° Analyse d'expériences montrant l'influence de la température, de la concentration en gaz carbonique, de l'intensité de la lumière sur l'intensité d'assimilation.

4° Extraction de la chlorophylle brute, spectre d'absorption, séparation des pigments. On rapprochera de l'étude du spectre, l'analyse d'une expérience sur l'intensité du dégagement d'oxygène en fonction de la nature des radiations.

II. Les synthèses végétales.

1° Vue d'ensemble sur la diversité des produits de synthèse chez les végétaux illustrée par quelques observations (les mécanismes de ces synthèses ne sont pas au programme).

2° Montrer l'importance de la lumière et de la chlorophylle pour les êtres vivants.

3° Evoquer le cas des plantes sans chlorophylle.

4°. Montrer l'importance de ces synthèses pour l'alimentation animale.

III. La respiration.

1°. Mise en évidence des échanges gazeux respiratoires chez les végétaux.

2°. Généralité du phénomène respiratoire chez les êtres vivants.

III. Reproduction des êtres vivants.

I. Chez les animaux.

Observation de préparations de spermatozoïdes et d'ovules.

Les étapes chromosomiques essentielles de la formation des gamètes: la mitose.

Étude d'un exemple de fécondation.

II. Chez les végétaux.

La reproduction du fucus et la découverte de la fécondation par Thuret.

III. Conclusion.

Évoquer la généralité de la reproduction sexuée chez les êtres vivants et la notion de gamète et de fécondation.

IV. Une grande théorie biologique.

Observations ou expériences mettant en évidence les phénomènes de monohybridisme et de dihybridisme.

La théorie chromosomique de l'hérédité.

V. Les êtres vivants dans la nature.

I. Un aspect de l'unité du monde vivant. Le cycle du carbone.

II. Un aspect de l'évolution des êtres vivants.

Étude d'un fait paléontologique de l'évolution.

Classe de Sciences expérimentales

(Horaire hebdomadaire: deux heures de cours; deux heures de travaux pratiques).

Introduction.

I. *Plans d'organisation d'un animal vertébré* (autant que possible Mammifère) *et d'une plante à fleur* (Angiosperme) dégagés par l'observation et la dissection.

En tirer les notions d'organe et d'appareil.

II. *Notions de physique et de chimie nécessaires à l'étude des êtres vivants.* (Elles seront définies à partir d'expériences simples.)

1° Physique :

Solutions, suspensions, émulsions (stables et instables);

Distinction entre précipitation, floculation et coagulation;

Effet Tyndall; Caractériser l'état colloïdal par ses principales propriétés.

2° Chimie:

Mise évidence des principaux constituants de la matière vivante et de leurs propriétés fondamentales à partir de l'étude d'organes animaux et végétaux, de liquides biologiques, dont le sang, et de quelques aliments.

Unité fondamentale de la constitution chimique des êtres vivants. (On se bornera à donner les formules globales des glucides et la formule générale des acides aminés.)

I. La cellule et les tissus.

I. La cellule.

- 1° Réalisation et observation de préparations microscopiques simples (dont un frottis de sang): - conduisant à la notion de structure cellulaire commune aux êtres vivants;
- faisant découvrir les principaux constituants morphologiques des cellules animales et végétales.
- 2° La multiplication cellulaire: étude de la mitose d'après des préparations microscopiques et des documents photographiques.
- 3° Mise en évidence d'échanges entre la cellule et le milieu: coloration vitale, plasmolyse, turgescence. Les travaux de Dutrochet; l'osmomètre de Dutrochet.

II. Les tissus: éléments d'histologie.

Étude pratique de deux tissus animaux et de deux tissus végétaux (tissu chlorophyllien et tissu conducteur).

II. Quelques aspects de l'organisation et du fonctionnement d'un organisme animal.

ORGANES ET FONCTIONS DE NUTRITION.

I. La digestion.

Rappel de l'organisation générale de l'appareil digestif d'un Mammifère (la structure des organes n'est pas au programme).
Étude microscopique de la paroi intestinale, type de surface d'échange.
Les travaux de Réaumur et de Spallanzani, point de départ des connaissances sur la digestion.
Étude de digestions artificielles par une amylase et une protéase. La notion de diastase. Principaux caractères des diastases et de leur mode d'action.
Résultat global de la digestion; définition de la digestion.

II. La respiration.

Rappel de l'organisation générale de l'appareil respiratoire d'un Mammifère (la structure des organes n'est pas au programme).
Structure microscopique de la paroi alvéolaire, type de surface d'échange entre l'organisme et le milieu extérieur.
Mise en évidence des échanges respiratoires d'un animal. Mesure d'une intensité respiratoire.
Analyse d'expériences relatives au transport d'oxygène et de gaz carbonique par le sang.
Mise en évidence de la respiration d'un tissu animal.
Les oxydations cellulaires:
- Conception de Lavoisier: la respiration est une combustion;
- Conception actuelle : mise en évidence de la mobilisation d'hydrogène par un tissu vivant; Origine du gaz carbonique et devenir de l'hydrogène sans étudier le mécanisme de ces phénomènes.
Notion de diastase du métabolisme.
Importance des diastases dans la vie de l'organisme de la vie cellulaire.

III. Besoins alimentaires de l'Homme.

- 1° Besoins qualitatifs
Méthode des régimes synthétiques chez les animaux. Ses résultats fondamentaux et leur application à l'Homme.
Histoire de la découverte d'une avitaminose.
- 2° Besoins énergétiques:
Principe de leur détermination et résultat global.
Notion de métabolisme basal.
- 3° Nécessité d'une alimentation adaptée à ces besoins.

ORGANES ET FONCTIONS DE RELATION.

I. Système nerveux et organes des sens.

- 1° Organisation générale du système nerveux d'après les dissections d'un Vertébré et d'un encéphale de Mammifère: les différentes parties du système nerveux cérébro-spinal que permettent de mettre en évidence ces dissections.
- 2° Le tissu nerveux:
Observation macroscopique et microscopique de substance grise, de substance blanche, d'un nerf dilacéré. Utiliser ces observations dans l'exposé des notions de neurone et de synapse. Conception de l'organisation du système nerveux qui repose sur ces notions.
Établir, à partir d'expériences réalisées sur des nerfs, les propriétés d'excitabilité et de conductibilité; la notion d'influx nerveux en liaison avec la notion de neurone et l'organisation du système nerveux.
- 3° Les organes sensoriels:
Anatomie du globe oculaire établie d'après la dissection d'un oeil de Bœuf.
Analyse d'une préparation histologique de rétine.
Fonctionnement du système optique d'un œil normal.
Quelques problèmes relatifs à la vision:
- excitation des cellules visuelles;
- vision en fort et faible éclairément;
- vision centrale et périphérique;
- vision des couleurs.
Rôles du nerf optique et du centre visuel (sensation et perception). Généralisation de la notion d'organe sensoriel: récepteur, nerf, centre nerveux.
- 4° Les réflexes

Réalisation d'un réflexe chez l'Homme et chez la Grenouille. Etude expérimentale d'un réflexe médullaire simple chez la Grenouille. Analyse des éléments anatomiques qui interviennent et de leurs propriétés: notions de récepteur, de conducteur, d'effecteur et de centre réflexe. Définition d'un réflexe.

Le nerf rachidien et les expériences de Magendie: la conception de l'arc réflexe.

Mise en évidence de l'extension de la réponse avec des excitations d'intensité croissante.

Importance et diversité des réflexes dans la vie de relation.

5° Sensibilité consciente et motricité volontaire:

Participation de l'écorce cérébrale: étude des conséquences de lésions et d'excitation directes de l'écorce cérébrale pour montrer l'existence de localisations.

Analyse d'un acte volontaire déterminé par une excitation visuelle par exemple. Définition des éléments anatomiques qui interviennent.

Notions de récepteur, de conducteurs sensitif et moteur, d'effecteurs, de centres de projection et d'association. Construction histologique de l'acte volontaire choisi.

6° Les réflexes conditionnés

Décrire une expérience de Pavlov montrant comment on peut créer un réflexe conditionné.

7° Intervention du système nerveux dans le fonctionnement organique (étude d'un exemple, le rythme cardiaque):

Description du système nerveux cardiaque.

Mise en évidence de l'automatisme cardiaque.

Description et analyse d'expériences montrant les actions respectives du système orthosympathique et du pneumogastrique sur la contraction cardiaque.

La notion de médiateur chimique établie par la description d'une expérience de Læwi.

II. Système musculaire.

Étude morphologique, anatomique, et histologique d'un muscle strié et du muscle cardiaque.

Étude graphique de la contraction musculaire: muscle gastrocnémien et cœur de Batracien.

UNITE DE L'ORGANISME ANIMAL.

La découverte de la notion de sécrétion interne par Claude Bernard.

La découverte de la sécrétine par Bayliss et Starling.

Étude anatomique d'une glande hormonale. Analyse d'expériences mettant en évidence sa nature endocrinienne.

La notion d'hormone.

Montrer que le foie, diverses hormones et le système nerveux interviennent dans la régulation de la glycémie.

Dégager la notion de corrélation fonctionnelle.

Évoquer la généralité des corrélations et faire ressortir l'unité fonctionnelle de l'organisme.

III. Quelques aspects de la vie des végétaux.

I. Besoin alimentaires des plantes vertes.

1° Mise en évidence:

- de la possibilité pour une plante verte de se développer sur un milieu minéral dépourvu de carbone;
- de la nécessité, dans ce milieu, de certains éléments (on se limitera à l'azote, au phosphore et au potassium).

2° Indiquer d'autres éléments indispensables et faire apparaître le pouvoir de synthèse des plantes vertes.

II. La nutrition carbonée des plantes vertes.

1° Analyse d'expériences montrant le dégagement d'oxygène, la nécessité de l'absorption de gaz carbonique, la nécessité de la lumière et de la chlorophylle.

2° Mise en évidence de la formation d'un glucide dans un organe chlorophyllien.

3° Analyse d'expériences montrant l'influence de la température, de la concentration en gaz carbonique, de l'intensité de la lumière sur l'intensité d'assimilation.

4° Extraction de la chlorophylle brute, spectre d'absorption, séparations des pigments.

On rapprochera de l'étude du spectre, l'analyse d'une expérience sur l'intensité du dégagement d'oxygène en fonction de la nature des radiations.

III. Les synthèses végétales.

1° Vue d'ensemble sur la diversité des produits de synthèse chez les végétaux, illustrée par quelques observations (les mécanismes de ces synthèses ne sont pas au programme).

2° Montrer l'importance de la lumière et de la chlorophylle pour les êtres vivants.

3° Évoquer le cas des plantes sans chlorophylle.

IV. La respiration.

1° Mise en évidence des échanges gazeux respiratoires chez les végétaux.

2° Généralité du phénomène respiratoire chez les êtres vivants.

V. Vie anaérobie.

Étude par l'observation d'une fermentation alcoolique.

IV. La reproduction sexuée des êtres vivants.

I. Chez les animaux.

Organisation générale de l'appareil reproducteur d'un Vertébré dégagée par la dissection.
Observation de préparations de spermatozoïdes et d'ovules.
Les étapes chromosomiques essentielles de la formation des gamètes: la méiose.
Étude d'un exemple de fécondation.

II Chez les végétaux.

1° Reproduction d'une Fougère

Observation de la morphologie externe d'une Fougère en période de reproduction.
Observations microscopiques de sporanges et de spores.
Étude pratique d'un prothalle, d'une anthéridie et d'un archégone.
Examen d'un prothalle portant une jeune fougère.
Coordonner les observations précédentes en établissant le cycle de développement.

2° Reproduction d'une Angiosperme

Étude pratique d'une fleur complète.
Observation du passage de la fleur au fruit et à la graine, étude d'une pollinisation et d'une fécondation.
Étude pratique d'une graine à albumen et d'une graine sans albumen.
Étude de la germination d'une graine; observer la reprise des échanges respiratoires, le dégagement de chaleur, la digestion des réserves, le développement de la plantule.

III. Conclusion.

Évoquer la généralité de la reproduction sexuée et la notion de cycle de développement.

V. Une grande théorie biologique.

Observations ou expériences mettant en évidence les phénomènes de monohybridisme et de dihybridisme.
La théorie chromosomique de l'hérédité.

VI. Les êtres vivants dans la nature.

I. Un aspect de l'unité du monde vivant.

Le cycle du carbone.

II. Un aspect de l'évolution des êtres vivants.

Étude d'un fait paléontologique de l'évolution.

* * * * *

PROGRAMMES DES CLASSES DE 4^E, LYCÉES TECHNIQUES (1962)

Introduction.

Morphologie et organisation générale du corps humain. Observations sur l'Homme et sur l'écorché complétées par la dissection d'un Mammifère.
Notions d'appareil, d'organe, de tissu.

I. Anatomie et physiologie humaines³²

A. Appareils et fonctions de relations.

1) Le squelette. Description sommaire du squelette.

Les os: conformation générale et structure d'après l'étude d'un os humain et d'un os frais de Mammifère; composition chimique, mise en évidence par des expériences simples. Croissance en longueur et en épaisseur d'un os long déduite de la comparaison d'os de Mammifères jeunes et adultes de même espèce.

2) Le système musculaire et les mouvements.

Forme et structure des muscles.

Mise en évidence par des expériences simples des propriétés des muscles; excitabilité et contractilité.

Étude d'un mouvement de flexion et d'un mouvement d'extension, des points d'attache des muscles qui entrent en jeu et de l'effet mécanique des contractions; structure de l'articulation intéressée.

Déduire de cet exemple le rôle des muscles, des articulations et des éléments du squelette dans le mouvement.

3) Le système nerveux. Vue d'ensemble des principales parties du système nerveux cérébro-spinal; la substance grise et la substance blanche. On s'aidera de la dissection d'un Vertébré et de l'observation de l'encéphale d'un Mammifère.

À partir d'observations et d'expériences simples, mise en évidence du rôle des nerfs, de la sensibilité consciente, de mouvements volontaires, de mouvements réflexes.

B. Appareils et fonctions de nutrition

1) Les aliments et l'Homme.

Origine et composition élémentaire des aliments composés.

³² Il est précisé que l'étude de l'hygiène des appareils pourra être faite soit après l'étude particulière de chacun d'eux, soit avec les éléments de l'hygiène générale.

Mise en évidence de propriétés permettant de caractériser quelques aliments simples minéraux et organiques (glucides, lipides, protéides); analyse sommaire du pain et du lait.

2) L'appareil digestif et la digestion.

Rappel de l'organisation générale de l'appareil digestif d'un Mammifère observé lors de la dissection de cet animal.

Description de l'appareil digestif de l'Homme.

Étude d'une digestion *in vitro*; dégager le rôle d'un suc digestif. Généralisation; définition et étapes de la digestion; l'absorption intestinale.

3) L'appareil circulatoire et la circulation.

Le sang: réalisation d'un frottis sanguin coloré: les globules.

Comparaison du sang non coagulé et coagulé: plasma, fibrinogène, sérum, fibrine.

La transfusion sanguine et les groupes sanguins.

Description de l'appareil circulatoire sanguin de l'Homme; cœur et vaisseaux: artères et veines, d'après la dissection d'un cœur de Mammifère.

Mise en évidence de la circulation du sang dans les capillaires.

Observation de la contraction cardiaque: les trois phases d'un battement.

La circulation générale et la circulation pulmonaire.

4) L'appareil respiratoire et la respiration.

Étude pratique de l'appareil respiratoire d'un Mammifère.

Description de l'appareil respiratoire de l'Homme.

Mécanisme de la respiration: la respiration pulmonaire: analyse des mouvements respiratoires chez l'Homme, la ventilation pulmonaire, comparaison de l'air inspiré et de l'air expiré, les échanges gazeux entre le sang et les tissus.

Expérience mettant en évidence le rôle de l'hémoglobine dans le transport de l'oxygène. On signalera le transport du gaz carbonique par le sang.

5) L'appareil urinaire et l'excrétion. Étude d'un rein de Mammifère.

L'élimination des déchets par les reins: l'urine.

Dangers d'intoxication résultant d'un mauvais fonctionnement des reins.

II. Hygiène et microbiologie

A. Éléments d'hygiène générale.

1° **Hygiène de l'appareil moteur** (squelette et musculature).

2° **Hygiène du système nerveux.**

3° **Hygiène alimentaire.**

Histoire de la découverte d'une avitaminose;

Notion de vitamine;

Nécessité d'une alimentation variée et équilibrée.

4° **L'alcoolisme.**

Les dangers pour l'individu et pour la société. Lutte antialcoolique.

B. L'homme et les microbes pathogènes.

1° **Les microbes.**

Observation vitale du Bacille subtil à partir d'une culture; sa constitution.

Observation de divers types de microbes; protozoaires parasites; champignons, bactéries, virus.

2° **L'infection et la défense antimicrobienne.**

L'œuvre de Pasteur.

L'infection microbienne des plaies. Lutte contre l'infection: réaction de l'organisme; défense artificielle: antiseptie, aseptie. Fleming et la pénicilline, notion d'antibiotique.

3° **Étude de quelques maladies contagieuses.**

Cette étude permettra de définir les notions de réceptivité, d'immunité, de vaccin, d'anatoxine et de sérum.

La variole et le charbon. La diphtérie.

La tuberculose.

4° **Hygiène pratique.**

Soins d'urgence en cas d'atteinte de la peau (plaies, brûlures), du squelette (transport d'un blessé), de la respiration (asphyxie, respiration artificielle), en cas d'empoisonnement.

III. Géologie.

1° **Les roches.**

Étude des principales roches de la région et, le cas échéant, des fossiles qu'elles contiennent. Essais de reconstitution de leur histoire.

Les divers types caractéristiques de roches:

- Roches éruptives.

- Roches sédimentaires.

- Roches métamorphiques.

Deux minerais exploités en France.

2° **L'histoire de la terre.**

L'âge relatif des terrains.

En utilisant les études antérieures sur les roches et les fossiles, établir une esquisse de l'histoire géologique locale: la carte géologique.

Grandes subdivisions des temps géologiques.

Étude de quelques fossiles caractéristiques des diverses ères géologiques.

On mettra en valeur le fait important de la succession des faunes et des flores.

Esquisse de l'histoire géologique de la France.

CLASSE DE PREMIÈRE A

(Horaire 1 h de travaux pratiques (à grouper en 2 h, par quinzaine); 1 h de cours.)

(Programme en vigueur à partir du 15 septembre 1967)

I. Aspects des rapports entre les êtres vivants et leur milieu.

Exploration de deux milieux territorialement voisins, l'un terrestre, l'autre aquatique.

Localisation et orientation des milieux explorés. Inventaire sommaire des formes animales et végétales rencontrées: abondance et dominance de quelques espèces.

Étude sociologique, statique et dynamique de ces formes.

Évocation de quelques facteurs susceptibles de rendre compte de leur répartition dans le milieu étudié.

Quelques aspects de la connaissance des êtres vivants dans les milieux explorés.

Caractères particuliers de la biologie et de l'organisation d'un animal ou d'un végétal terrestre (spermaphyte de préférence) et, en sens inverse du choix précédent, d'un végétal ou d'un animal aquatique.

Comparaisons avec l'état de développement, la biologie et l'organisation de quelques autres types, végétaux ou animaux, rencontrés dans les mêmes milieux. Mise en évidence de quelques facteurs, physiques, chimiques et biologiques, agissant sur les êtres vivants.

Idée d'adaptation.

Essai de définition statique et dynamique, d'un groupement végétal ou d'une population animale.

Quelques aspects de relations entre les différentes formes animales et végétales vivant dans un même milieu: notion de chaîne alimentaire.

Un exemple de l'influence des espèces sur leur environnement: notion de biotope et de biocénose.

II. Quelques problèmes relatifs à l'homme.

L'unité d'un organisme animal vertébré.

Mise en évidence par la dissection de la disposition topographique et des rapports anatomiques des différentes parties de l'organisme.

Vue d'ensemble sur le rôle des différents appareils et sur leur interdépendance.

Caractéristiques fondamentales des principaux constituants de la matière vivante. Unité de constitution physico-chimique des êtres vivants.

Origine des constituants organiques: les synthèses chlorophylliennes.

Expériences se rapportant aux besoins nutritifs des plantes vertes: notion d'autotrophie.

Expériences se rapportant aux échanges chlorophylliens.

La chlorophylle: localisation, extraction, séparation des pigments (notion de chromatographie). Absorption de radiations lumineuses.

Mise en évidence d'un résultat des synthèses chlorophylliennes: la formation d'un glucide.

Importance de l'assimilation chlorophyllienne dans la biosphère.

Aspects de l'utilisation des aliments: la digestion et la respiration.

Un exemple de phénomène chimique de la digestion (action de la salive sur les constituants chimiques du pain). L'idée d'enzyme.

L'action générale des enzymes digestifs: la simplification moléculaire et son importance.

Expériences se rapportant aux échanges respiratoires chez les êtres vivants. Mise en évidence de la respiration d'un tissu: la respiration, phénomène cellulaire.

Problèmes de relation avec le milieu extérieur.

1° Le tissu nerveux et ses propriétés. Réalisation de préparations et examen de documents conduisant à la notion de neurone et de synapse: le tissu nerveux.

Étude physiologique pratique des propriétés d'un nerf: excitabilité et conductibilité.

Potentiel de repos. Potentiel d'action; présentation d'électroneurogrammes.

Généralités des manifestations électriques dans le fonctionnement de la matière vivante.

2° Étude d'une fonction sensorielle: la vision. Dissection d'un oeil de mammifère. Analyse de coupes et de microphotographies de rétine: la structure de la rétine.

Observations et expériences sur la vision d'objets à différentes distances et suivant différentes directions. L'accommodation.

Esquisse du mécanisme optique de la vision.

Observations sur l'acuité visuelle, la sensibilité visuelle et la vision des couleurs. Les propriétés de la rétine. Rôle du nerf optique (message sensoriel) et rôle du cerveau.

3° Rôle du système nerveux dans le comportement moteur d'un animal.

Observations de réflexes chez l'homme et chez un animal.

Étude expérimentale des réflexes médullaires chez la grenouille. Schématisation des structures histologiques correspondant aux résultats obtenus.

La notion de réflexe conditionnel, à partir des tests de Pavlov.
Différents aspects des réflexes chez l'animal et chez l'homme.
L'activité spontanée.

4° Étude d'un effecteur moteur: le muscle strié squelettique. Étude du muscle et de la fibre musculaire striés.

Observation de contractions musculaires. Nécessité d'enregistrements graphiques pour réaliser des mesures.

Réalisation, analyse de tracés faisant apparaître les différents aspects de la réponse mécanique du muscle.

Divers aspects de la physiologie du muscle.

L'unité physiologique de l'organisme.

Observation de l'automatisme du cœur. Principes de la cardiographie.

Interprétation de tracés montrant l'action du système nerveux, de l'acétylcholine et de l'adrénaline sur l'activité cardiaque. Notion de médiateur chimique.

La découverte de la sécrétine d'après le travail de Bayliss et Starling. Description et si possible, réalisation d'une expérience d'injection de sécrétine duodénale chez le rat. Interprétation des résultats. Notion de corrélation humorale.

III. Quelques problèmes relatifs à la cellule, à la reproduction, à la génétique et à l'évolution.

La cellule et la vie cellulaire.

Réalisation et examen microscopique de préparations de cellules vivantes. L'unité de plan d'organisation de la cellule.

Étude de quelques échanges cellulaires.

Examen de préparations mettant en évidence les étapes de la mitose. Importance de la mitose.

Examen de documents montrant des ultra-structures cellulaires et mettant en évidence les deux types d'acides nucléiques et leur localisation. Rapports entre organisation et vie cellulaires: surfaces intracellulaires et enzymes.

Le problème de la fécondation.

Examen de préparations et de microphotographies montrant des cellules sexuelles (animales et végétales) et les phases d'une fécondation (fusion des noyaux). Généralité de la fécondation. Nécessité d'une réduction du nombre des chromosomes. La méiose. Concept de cycle chromosomique.

L'hérédité: lois statistiques de la transmission des caractères héréditaires.

Étude, sur un exemple, de la descendance de parents qui ne diffèrent que par un seul caractère. Dominance. Pureté des gamètes.

Analyse et interprétation de résultats statistiques des descendants de parents qui diffèrent par deux caractères. Ségrégation indépendante des caractères.

Analyse de résultats statistiques non conformes à la ségrégation indépendante des caractères: linkage et crossing-over.

Principe de l'établissement d'une carte factorielle. Notions de gène.

Un aspect du problème de l'évolution: origine et évolution de l'homme.

Analyse de documents paléontologiques et de documents d'archéologie préhistorique.

Esquisses de l'histoire de l'homme et de son origine.

CLASSE DE PREMIÈRE B

(Horaire 1 h de travaux pratiques à grouper en 2 h par quinzaine; 1 h de cours.)

(Programme en vigueur à partir du 15 septembre 1967)

I. Aspects de rapports entre les êtres vivants et leur milieu.

Exploration de deux milieux territorialement voisins, l'un terrestre, l'autre aquatique.

Localisation et orientation des milieux explorés.

Inventaire sommaire des formes animales et végétales rencontrées: abondance et dominance de quelques espèces.

Étude sociologique, statique et dynamique de ces formes.

Évocation de quelques facteurs susceptibles de rendre compte de leur répartition dans le milieu étudié.

Quelques aspects de la connaissance des êtres vivants dans les milieux explorés.

Caractères particuliers de la biologie et de l'organisation d'un végétal terrestre (spermaphyte, de préférence), d'un animal terrestre, d'un végétal aquatique, d'un animal aquatique.

Comparaisons avec l'état de développement, la biologie et l'organisation de quelques autres types, animaux et végétaux, rencontrés dans les mêmes milieux. Mise en évidence de quelques facteurs, physiques, chimiques et biologiques, agissant sur les êtres vivants. Idée d'adaptation.

Essai de définition, statique et dynamique, d'un groupement végétal et d'une population animale.

Quelques aspects de relations entre les différentes formes animales et végétales vivant dans un même milieu: notion de chaîne alimentaire.

Un exemple de l'influence des espèces sur leur environnement: notion de biotope et de biocénose.

Un exemple d'étude quantitative du comportement d'un animal. Mesure d'une préférence (thermique, hygrométrique ou photique); discussion des résultats. Diversité des facteurs externes intervenant dans le comportement et des modes d'information des animaux sur leur ambiance. Notion de "niche écologique".

Quelques aspects de l'action des facteurs du milieu sur les êtres vivants.

1° Les facteurs climatiques. Les éléments d'un climat et leur aspect quantitatif (à partir d'une documentation régionale).

Définition d'un climat régional, d'un climat local, d'un microclimat.

Étude d'un exemple de l'action des facteurs climatiques sur un être vivant.

2° Les facteurs édaphiques. Mise en évidence de quelques constituants du sol.

Mesure d'un facteur édaphique: chlorure, oxygène dissous, etc.

Étude d'un exemple de l'action des facteurs édaphiques sur un être vivant.

3° Les facteurs biotiques. Étude de trois aspects de l'action des facteurs biotiques sur les végétaux: un exemple de l'action de facteurs liés à la présence d'autres végétaux; un exemple de l'action des facteurs liés à la présence des animaux; un exemple de l'action de l'homme et des animaux domestiques.

Destruction et protection de la nature.

II. Quelques problèmes relatifs à l'homme.

L'unité d'un organisme animal vertébré.

Mise en évidence par la dissection de la disposition topographique et des rapports anatomiques des différentes parties de l'organisme.

Vue d'ensemble sur le rôle des différents appareils et sur leur interdépendance.

Caractéristiques fondamentales des principaux constituants de la matière vivante. Unité de constitution physico-chimique des êtres vivants.

Origine des constituants organiques: les synthèses chlorophylliennes.

Expériences se rapportant aux besoins nutritifs des plantes vertes: notion d'autotrophie.

Expériences se rapportant aux échanges chlorophylliens.

La chlorophylle: localisation, extraction, séparation des pigments (notion de chromatographie). Absorption de radiations lumineuses.

Mise en évidence d'un résultat des synthèses chlorophylliennes: la formation d'un glucide.

Importance de l'assimilation chlorophyllienne dans la biosphère.

Problèmes de relation avec le milieu extérieur.

1° Le tissu nerveux et ses propriétés. Réalisation de préparations et examen de documents conduisant à la notion de neurone et de synapse; le tissu nerveux.

Étude physiologique pratique des propriétés d'un nerf: excitabilité et conductibilité.

Potentiel de repos, potentiel d'action; présentation d'électroneurogrammes. Généralité des manifestations électriques dans le fonctionnement de la matière vivante.

2° Rôle du système nerveux dans le comportement moteur d'un animal. Observations de réflexes chez l'homme et chez un animal.

Étude expérimentale des réflexes médullaires chez la grenouille. Schématisation des structures histologiques correspondant aux résultats obtenus: notions de récepteur, de conducteur, d'effecteur et de centre.

La notion de réflexe conditionnel, à partir de tests de Pavlov.

Différents aspects des réflexes chez l'animal et chez l'homme.

L'activité spontanée.

3° Étude d'un effecteur moteur: le muscle strié squelettique. Étude d'un muscle et de la fibre musculaire striés.

Observation de contractions musculaires. Nécessité d'enregistrements graphiques pour réaliser des mesures.

Réalisation et analyse de tracés faisant apparaître les différents aspects de la réponse mécanique du muscle.

Divers aspects de la physiologie du muscle.

L'unité physiologique de l'organisme.

Observation de l'automatisme du cœur. Principes de la cardiographie.

Interprétation de tracés montrant l'action du système nerveux, de l'acétylcholine, de l'adrénaline sur l'activité cardiaque. Notion de médiateur chimique.

La découverte de la sécrétine, d'après le travail de Bayliss et Starling. Description et, si possible, réalisation d'une expérience d'injection de sécrétine duodénale chez le rat. Interprétation des résultats. Notion de corrélation humorale.

III. Quelques problèmes relatifs à la cellule, à la reproduction, à la génétique et à l'évolution.

La cellule et la vie cellulaire.

Réalisation et examen microscopique de préparations de cellules vivantes. L'unité de plan d'organisation de la cellule.

Étude de quelques échanges cellulaires.

Examen de préparations mettant en évidence les étapes de la mitose. Importance de la mitose.

Examen de documents montrant des ultrastructures cellulaires et mettant en évidence les deux types d'acides nucléiques et leur localisation. Rapports entre organisation et vie cellulaire: surface intracellulaire et enzymes.

Le problème de la fécondation.

Examen de préparations et de microphotographies montrant des cellules sexuelles (animales et végétales) et les phases d'une fécondation (fusion des noyaux).

Généralité de la fécondation. Nécessité d'une réduction du nombre des chromosomes. La méiose. Concept de cycle chromosomique.

L'hérédité: lois statistiques de la transmission des caractères héréditaires.

Étude, sur un exemple, de la descendance de parents qui ne diffèrent que par un seul caractère. Dominance. Pureté des gamètes.

Analyse et interprétation de résultats statistiques de descendants de parents qui diffèrent par deux caractères. Ségrégation indépendante des caractères.

Analyse de résultats statistiques non conformes à la ségrégation indépendante des caractères: linkage et crossing-over.

Principe de l'établissement d'une carte factorielle. Notion de gène.

Un aspect du problème de l'évolution: origine et évolution de l'homme.

Analyse de documents paléontologiques et de documents d'archéologie préhistorique.

Esquisses de l'histoire de l'homme et de son origine.

* * * * *

CLASSE DE PREMIÈRE D

(Horaire 2 h de travaux pratiques; 1 h de cours.)

(Programme en vigueur à partir du 15 septembre 1967)

I. Aspects de rapports entre les êtres vivants et leur milieu.

Exploration de deux milieux territorialement voisins, l'un terrestre, l'autre aquatique.

Localisation et orientation des milieux explorés.

Inventaire sommaire des formes animales et végétales rencontrées: abondance et dominance de quelques espèces.

Étude sociologique, statique et dynamique de ces formes.

Évocation de quelques facteurs susceptibles de rendre compte de leur répartition dans le milieu étudié.

Quelques aspects de la connaissance des êtres vivants dans les milieux explorés.

Caractères particuliers de la biologie et de l'organisation d'un végétal terrestre (spermaphyte de préférence), d'un animal terrestre, d'un végétal aquatique, d'un animal aquatique.

Comparaisons avec l'état de développement, la biologie et l'organisation de quelques autres types, végétaux et animaux, rencontrés dans les mêmes milieux. Mise en évidence de quelques facteurs physiques, chimiques et biologiques agissant sur les êtres vivants. Idée d'adaptation.

Essai de définition, statique et dynamique, d'un groupement végétal et d'une population animale.

Quelques aspects de relations entre les différentes formes animales et végétales vivant dans un même milieu: notion de chaîne alimentaire.

Un exemple de l'influence des espèces sur leur environnement: notion de biotope et de biocénose.

Un exemple d'étude quantitative du comportement d'un animal. Mesure d'une préférence thermique, hygrométrique ou photique: discussion des résultats. Diversité des facteurs externes intervenant dans le comportement et des modes d'information des animaux sur leur ambiance. Notion de «niche écologique».

Quelques aspects de l'action des facteurs du milieu sur les êtres vivants.

1° **Les facteurs climatiques.** Les éléments d'un climat et leur aspect quantitatif (à partir d'une documentation régionale)

Définition d'un climat régional, d'un climat local, d'un microclimat.

Étude d'un exemple de l'action des facteurs climatiques sur un être vivant.

2° **Les facteurs édaphiques.** Mise en évidence de quelques constituants du sol.

Mesure d'un facteur édaphique: chlorure, oxygène dissous, etc.

Étude d'un exemple de l'action de facteurs édaphiques sur un être vivant.

3° **Les facteurs biotiques.** Étude de trois aspects de l'action des facteurs biotiques sur les végétaux: un exemple de l'action de facteurs liés à la présence d'autres végétaux; un exemple de l'action de facteurs liés à la présence des animaux; un exemple de l'action de l'homme et des animaux domestiques.

Destruction et protection de la nature.

II Quelques aspects de la connaissance de la Terre.

Introduction à la géologie.

Analyses comparées de cartes (topographiques et géologiques) et de photographies aériennes régionales.

Analyses comparées des cartes géologiques et de géographie physique de la France au 1/1.000.000.

Notions géologiques fondamentales tirées de ces études.

Des roches (notions de pétrographie).

Étude pratique de roches comparées deux à deux, choisies pour établir les notions de roches grenue, microlithique et métamorphique.

Étude pratique d'une roche sédimentaire (sable ou calcaire, de préférence): définition de cette roche et idée de son origine.

Définition des principaux types de roches endogènes, sédimentaires et métamorphiques (à partir des exemples précédents et de leur répartition sur la carte géologique de la France au 1/1.000.000).

Des fossiles (notions de paléontologie).

Étude de quelques échantillons montrant la diversité des formes dans un groupe fossile (Exemples : céphalopodes, échinodermes...).

Étude de quelques échantillons de fossiles récoltés dans un même niveau (association de fossiles définissant un exemple de paléoécologie).

Dégager les renseignements susceptibles d'être donnés par un fossile.

Des microfossiles (notions de micropaléontologie).

Réalisation et examen d'une préparation microscopique de roche meuble contenant des microfossiles.

Examen de microfossiles dans deux types de roches.

Variété, groupement (microfaune et microflore), signification et intérêt des microfossiles.

Des couches de terrains (notions de stratigraphie).

Établissement, à partir d'une carte au 1/50.000, de préférence, d'un profil topographique et de la coupe géologique correspondante, dans un bassin sédimentaire. Leur interprétation en s'aidant éventuellement de photographies aériennes.

À partir de cartes géologiques et, particulièrement, de celle de la France, montrer l'importance de la stratigraphie pour l'établissement d'une chronologie relative, pour certaines reconstitutions paléogéographiques, pour l'établissement de grandes coupures dans l'histoire de la terre.

Des mouvements de l'écorce terrestre (notions de tectonique).

Établissement, à partir de la carte au 1/50.000^e, de préférence, d'un profil topographique et de la coupe géologique correspondante en

pays plissé (pli simple). Leur interprétation en s'aidant, éventuellement, de photographies aériennes.

À partir de cartes géologiques et de documents photographiques, établir les définitions de quelques formes tectoniques (failles, plis, charriages) et d'un type de style tectonique.

Des paysages (notion de morphologie).

À partir de cartes topographiques, des cartes géologiques correspondantes et, éventuellement, de photographies aériennes, définir un paysage lithologique, un paysage structural et un paysage climatique (glaciaire, ou désertique, ou équatorial, par exemple).

Exemples montrant l'action des facteurs d'érosion dans la genèse des paysages lithologiques et structuraux et les conditions de l'érosion dans la genèse d'un paysage climatique. Idée d'évolution morphologique.

Des sols: aperçu sur leur genèse.

Étude d'échantillons montrant l'altération de roches et conduisant à la formation de roches meubles.

Étude granulométrique d'une roche meuble. Exploitation et signification des résultats numériques et graphiques obtenus (en faisant appel, éventuellement, à d'autres résultats d'analyses).

Idée sur la genèse, l'évolution et la dégradation des sols, à partir de documents empruntés par priorité à la région.

Essai d'une synthèse régionale.

Esquisse de l'histoire géologique de la région, à partir de la connaissance des roches et, éventuellement, des fossiles communément récoltés.

Situation de la région dans la grande unité géologique à laquelle elle appartient.

III. Quelques problèmes d'alimentation et de nutrition.

La matière vivante.

Les constituants fondamentaux de la matière vivante.

Unité de constitution physico-chimique des êtres vivants.

Origine des constituants organiques: les synthèses chlorophylliennes.

Expériences se rapportant aux besoins nutritifs des plantes vertes: notion d'autotrophie.

Expériences se rapportant aux échanges chlorophylliens. Mesure relative de l'intensité d'un dégagement d'oxygène et étude de l'influence d'un facteur sur cette intensité.

La chlorophylle: localisation, extraction, séparation des pigments (notion de chromatographie), absorption d'énergie lumineuse.

Mise en évidence d'un résultat des synthèses chlorophylliennes: la formation d'un glucide.

Importance de l'assimilation chlorophyllienne dans la biosphère.

Quelques aspects des besoins nutritionnels des animaux et de l'homme.

Composition de quelques aliments de l'homme. Notions d'aliment composé et d'aliment simple. Notion d'hétérotrophie.

Existence de besoins alimentaires qualitatifs: aliments simples, acides aminés indispensables, oligo-éléments, vitamines.

Calcul de la valeur énergétique d'un repas déterminé et de l'alimentation d'une journée.

Dépenses énergétiques de l'homme dans diverses conditions d'activité et de milieu. Besoins énergétiques correspondants. Notion de métabolisme basal.

Nécessité d'une alimentation suffisante et équilibrée.

Quelques aspects de l'utilisation des aliments.

1° **La digestion.** Un exemple de phénomène chimique de la digestion (action de la salive sur les constituants chimiques du pain). L'idée d'enzyme.

L'action générale des enzymes digestifs: la simplification moléculaire et son importance.

Mise en évidence de l'action d'une amylase chez les végétaux. Généralité du processus de simplification moléculaire chez les êtres vivants.

2° **La respiration.** Expériences se rapportant aux échanges respiratoires chez les êtres vivants.

Réalisation et analyse d'expériences relatives au transport des gaz respiratoires par le sang.

Mise en évidence de la respiration d'un tissu.

Réalisation d'une mesure d'échanges respiratoires. Définition et calcul d'une intensité et d'un quotient respiratoires.

Généralité et importance de la respiration cellulaire. Notion d'enzyme respiratoire.

3° **Fermentations.** Observations et expériences relatives à la vie aérobie et à la vie anaérobie de levures de la fermentation alcoolique.

Observations et expériences relatives à une fermentation bactérienne (fermentation butyrique).

Notion de transformation minéralisatrice.

Un exemple de rapports entre les êtres vivants et leur milieu.

Rôles et dépendances des végétaux, des animaux, des bactéries dans la transformation des substances.

Notion de chaîne alimentaire et unité du monde vivant. Esquisse du cycle du carbone et du cycle de l'azote.

CLASSE TERMINALE C

(Horaire: 1 h 1/2 de travaux pratiques et 1/2 h de cours,

à grouper en 3 h de travaux pratiques et 1 h de cours par quinzaine.)

(Programme en vigueur à partir du 15 septembre 1967)

I. Quelques problèmes biologiques relatifs à l'homme.

L'unité anatomique d'un organisme animal vertébré (autant que possible Mammifère).

Mise en évidence, par la dissection, de la disposition topographique et des rapports anatomiques des différentes parties de l'organisme.

Vue d'ensemble sur le rôle des différents appareils et sur leur interdépendance.

L'unité anatomique d'un organisme support de son unité physiologique.

La matière vivante.

Les constituants fondamentaux de la matière vivante.
Expériences définissant quelques états de dispersion d'une substance dans l'eau.
L'idée de macromolécule.
Unité de constitution physique et chimiques des êtres vivants,

Problèmes d'énergétique biologique.

1° Origine des constituants organiques: les synthèses chlorophylliennes. Expériences se rapportant aux besoins nutritifs des plantes vertes: notion d'autotrophie.
Expériences se rapportant aux échanges chlorophylliens. Mesure relative de l'intensité d'un dégagement d'oxygène et étude de l'influence d'un facteur sur cette intensité.
La chlorophylle: localisation, extraction, séparation des pigments (notion de chromatographie), absorption d'énergie lumineuse.
Mise en évidence d'un résultat des synthèses chlorophylliennes: la formation d'un glucide.
Importance de l'assimilation chlorophyllienne dans la biosphère.

2° Quelques aspects des besoins nutritionnels des animaux et de l'homme.

Composition de quelques aliments de l'homme: notions d'aliment composé et d'aliment simple. Notion d'hétérotrophie.
Existence de besoins alimentaires qualitatifs: aliments simples, acides aminés indispensables, oligo-éléments, vitamines.
Calcul de la valeur énergétique d'un repas déterminé et de l'alimentation d'une journée.
Dépenses énergétiques de l'homme dans diverses conditions d'activité et de milieu. Besoins énergétiques correspondants. Notion de métabolisme basal.
Nécessité d'une alimentation suffisante et équilibrée.

3° La respiration. Expérience se rapportant aux échanges respiratoires chez les êtres vivants.

Réalisation et analyses d'expériences relatives au transport des gaz respiratoires par le sang.
Mise en évidence de la respiration d'un tissu.
Réalisation d'une mesure d'échanges respiratoires. Définition et calcul d'une intensité et d'un quotient respiratoire.
Généralité et importance de la respiration cellulaire. Notion d'enzyme respiratoire.
Idée de chaîne alimentaire et interdépendance des êtres vivants.

Problèmes de relation avec le milieu extérieur.

1° Le tissu nerveux et ses propriétés. Réalisation de préparations et examen de documents conduisant à la notion de neurone et de synapse: le tissu nerveux.
Étude physiologique pratique des propriétés d'un nerf: excitabilité et conductibilité.
Potentiel de repos, potentiel d'action: présentation d'électroneurogrammes. Généralité des manifestations électriques dans le fonctionnement de la matière vivante.

2° Rôle du système nerveux dans le comportement moteur d'un animal.

Observations de réflexes chez l'homme et chez un animal.
Étude expérimentale des réflexes médullaires chez la grenouille. Schématisation des structures histologiques correspondant aux résultats obtenus: notions de récepteur, de conducteur, d'effecteur et de centre.
La notion de réflexe conditionnel, à partir des tests de Pavlov.
Différents aspects des réflexes chez l'animal et chez l'homme.
L'activité spontanée.

3° Étude d'un effecteur moteur: le muscle strié squelettique. Étude du muscle et de la fibre musculaire striés.

Observation de contractions musculaires. Nécessité d'enregistrements graphiques pour réaliser des mesures.
Réalisation et analyse de tracés faisant apparaître les différents aspects de la réponse mécanique du muscle.
Divers aspects de la physiologie du muscle.

L'unité physiologique de l'organisme.

Observation de l'automatisme du cœur. Principes de la cardiographie.
Interprétation de tracés montrant l'action du système nerveux, de l'acétylcholine, de l'adrénaline sur l'activité cardiaque. Notion de médiateur chimique.
La découverte de la sécrétine, d'après le travail de Bayliss et Starling.
Description et, si possible, réalisation d'une expérience d'injection de sécrétine duodénale chez le rat.
Interprétation des résultats. Notion de corrélation humorale.

II Quelques problèmes relatifs à la cellule, à la reproduction, à la génétique et à l'évolution.

La cellule et la vie cellulaire.

Réalisation et examen microscopique de préparations de cellules vivantes.
L'unité de plan d'organisation de la cellule.
Étude de quelques échanges cellulaires.
Examen de préparations mettant en évidence les étapes de la mitose.
Importance de la mitose.
Examen de documents montrant des ultrastructures cellulaires et mettant en évidence les deux types d'acides nucléiques et leur localisation. Rapports entre organisation et vie cellulaires: surfaces intracellulaires et enzymes.

Le problème de la fécondation.

Examen de préparations et de microphotographies montrant des cellules sexuelles (animales et végétales) et les phases d'une fécondation (fusion des noyaux). Généralité de la fécondation. Nécessité d'une réduction du nombre des chromosomes. La méiose.
Concept de cycle chromosomique.

La variation.

Étude biométrique de la variation dans une lignée pure et dans une population.
Analyse et exploitation des résultats quantitatifs. Paramètres caractéristiques d'une distribution de fréquence.
Variations somatiques (somations) et variations héréditaires (mutations). Variation et sélection. Idée de la diversité des races dans une espèce animale domestique ou une plante cultivée.
Notion, critères et définition de l'espèce.

L'hérédité: lois statistiques de la transmission des caractères héréditaires.

Étude, sur un exemple, de la descendance de parents qui ne diffèrent que par un seul caractère. Dominance. Pureté des gamètes.
Analyse et interprétation de résultats statistiques des descendants de parents qui diffèrent par deux caractères. Ségrégation indépendante des caractères.

Analyse de résultats statistiques non conformes à la ségrégation indépendante des caractères: linkage et crossing-over.

Principe de l'établissement d'une carte factorielle. Notion de gène.

Les étapes récentes de la génétique.

Müller et la production des mutations par les rayons X.

Beadle et Tatum et la correspondance "un gène, un enzyme".

Watson et Crick et la structure de l'ADN; le code génétique.

Lwoff, Monod et Jacob et l'exploitation de l'information génétique.

Un aspect du problème de l'évolution: origine et évolution de l'Homme.

Analyse de documents paléontologiques et de documents d'archéologie préhistorique.

Esquisse de l'histoire de l'homme et de son origine.

CLASSE DE TERMINALE D

(Horaire, 3 h de travaux pratiques; 1 h de cours)

(programme en vigueur à partir du 15 septembre 1967)

Quelques problèmes biologiques relatifs à l'homme

L'unité anatomique d'un organisme animal vertébré (autant que possible Mammifère)

Mise en évidence, par la dissection, de la disposition topographique et des rapports anatomiques des différentes parties de l'organisme.

Vue d'ensemble sur le rôle des différents appareils et sur leur interdépendance. L'unité anatomique d'un organisme, support de son unité physiologique.

Problèmes de relation avec le milieu extérieur.

1° Organisation du système nerveux cérébro-spinal des vertébrés. Étude, par la dissection, de l'organisation de l'encéphale de mammifère.

Description et comparaison d'encéphales de principaux types de vertébrés.

Plan d'organisation d'un encéphale de vertébré: le problème de l'encéphalisation.

2° Le tissu nerveux et ses propriétés. Réalisation de préparations et examen de documents conduisant à la notion de neurone et de synapse: le tissu nerveux.

Étude physiologique pratique des propriétés d'un nerf: excitabilité et conductibilité.

Potentiel de repos, potentiel d'action; présentation d'électroneurogrammes. Généralité des manifestations électriques dans le fonctionnement de la matière vivante.

3° Étude d'une fonction sensorielle: la vision. Dissection d'un oeil de mammifère. Analyse de coupes et de microphotographies de rétine: la structure de la rétine.

Observations et expériences sur la vision d'objets à différentes distances et suivant différentes directions. L'accommodation.

Esquisse du mécanisme optique de la vision.

Observations sur l'acuité visuelle, la sensibilité visuelle et la vision des couleurs. Les propriétés de la rétine. Rôle du nerf optique (message sensoriel) et rôle du cerveau.

4° Rôle du système nerveux dans le comportement moteur d'un animal.

Observations de réflexes chez l'homme et chez un animal.

Étude expérimentale des réflexes médullaires chez la grenouille. Schématisation des structures histologiques correspondant aux résultats obtenus.

La notion de réflexe conditionnel, à partir des tests de Pavlov.

Différents aspects des réflexes chez l'animal et chez l'homme.

L'activité spontanée.

5° Étude d'un effecteur moteur: le muscle strié squelettique. Étude du muscle et de la fibre musculaire striés.

Observation de contractions musculaires. Nécessité d'enregistrements graphiques pour réaliser des mesures.

Réalisation et analyse de tracés faisant apparaître les différents aspects de la réponse mécanique du muscle.

Divers aspects de la physiologie du muscle.

L'unité physiologique de l'organisme.

1° Un exemple d'adaptation fonctionnelle: l'activité cardiaque. Observation de l'automatisme du cœur. Principes de la cardiographie.

Réalisation et analyse de tracés.

Interprétation de tracés montrant l'action du système nerveux, de l'adrénaline et de l'acétylcholine sur l'activité cardiaque. Notion de médiateur chimique.

Le support histologique: le tissu myocardique et le tissu nodal.

Quelques réponses adaptatives du cœur et leur interprétation.

2° Quelques exemples de relations humorales. La découverte de la sécrétine, d'après le travail de Bayliss et Starling.

Description et, si possible, réalisation d'une expérience d'injection de sécrétine duodénale chez le rat. Interprétation des résultats.

Étude d'une glande endocrine et de son fonctionnement. Notion de corrélation humorale.

3° **Le sang et le milieu intérieur.** Manipulations mettant en évidence quelques constituants du plasma sanguin et les principaux constituants de l'urine. Comparaisons qualitative et quantitative sur un exemple.

Le sang, liquide de transport des éléments utilisés par les cellules et les déchets du métabolisme.

Nécessité de la constance du milieu intérieur: le rôle particulier de l'élimination urinaire.

II La cellule. Quelques aspects de la vie cellulaire.

L'organisation de la cellule.

Réalisation et examen microscopique de préparations de cellules vivantes et de cellules colorées, animales et végétales.

Examen d'électronographies faisant apparaître quelques aspects de l'ultrastructure cellulaire.

La théorie cellulaire. L'unité de plan d'organisation de la cellule. L'importante extension des surfaces dans la structure de la cellule.

Quelques aspects de la biologie cellulaire.

Étude pratique du déplacement d'un organisme unicellulaire et de mouvements intracellulaires.

Étude de quelques échanges cellulaires (cellule animale et cellule végétale).

Mise en évidence de quelques réserves.

Quelques aspects de la nutrition de la cellule. Rapports entre organisation et vie cellulaires; surfaces intracellulaires et enzymes.

La division cellulaire.

Réalisation et examen de préparations colorées (ou de microphotographies) mettant en évidence les étapes d'une mitose.

Examen de documents montrant des ultrastructures nucléaires et mettant en évidence les deux types d'acides nucléiques et leur localisation.

Généralité du mécanisme de la mitose. Importance de la mitose: le maintien de la formule chromosomique, la duplication du matériel chromosomique et la synthèse de l'ADN.

III. Quelques aspects de la reproduction des êtres vivants.

Le problème de la fécondation.

Examen de préparations et de microphotographies montrant des cellules sexuelles (animales et végétales) et les phases d'une fécondation (fusion des noyaux).

Généralité de la fécondation. Nécessité d'une réduction du nombre des chromosomes. La méiose. Concept de cycle chromosomique.

Reproduction chez les mammifères.

Mise en évidence, par la dissection, des organes génitaux, mâle et femelle, d'un mammifère.

Examen de préparations microscopiques de testicules et d'ovaires de mammifères.

Les cycles sexuels des mammifères, cycle ovarien, cycle hormonal et cycle des effecteurs.

Reproduction chez les spermaphytes.

Étude pratique de la structure d'une étamine et du pollen, de l'ovaire et de l'ovule.

Réalisation et analyse de germinations de grains de pollen et mise en évidence d'un chimiotropisme.

Étude pratique d'une graine.

Les phases de la reproduction d'un spermaphyte. La vie ralentie d'une graine et l'entrée en vie active. Notion de cycle de développement. Rapports entre cycle de développement et cycle chromosomique.

La multiplication végétative.

Étude pratique de quelques exemples de multiplication végétative chez les végétaux, les animaux, les bactéries.

Rapports entre multiplication végétative et reproduction sexuée: notion de clone.

Multiplication végétative et sexualité chez les bactéries. Cas particulier des virus.

IV. Quelques problèmes de génétique et d'évolution.

La variation.

Étude biométrique de la variation dans une lignée pure et dans une population.

Analyse et exploitation des résultats quantitatifs. Paramètres caractéristiques d'une distribution de fréquence.

Variations somatiques (somations) et variations héréditaires (mutations).

Variation et sélection. Idée de la diversité des races dans une espèce animale domestique ou une plante cultivée.

Notion, critères et définition de l'espèce.

L'hérédité et la génétique moderne.

1° **Lois statistiques de la transmission des caractères héréditaires.** Étude, sur un exemple, de la descendance de parents qui ne diffèrent que par un seul caractère. Dominance. Pureté des gamètes.

Analyse et interprétation de résultats statistiques des descendants de parents qui diffèrent par deux caractères. Ségrégation indépendante des caractères.

Analyse de résultats statistiques non conformes à la ségrégation indépendante des caractères: linkage et crossing-over.

Principe de l'établissement d'une carte factorielle. Notion de gène.

2° **L'hérédité chez l'homme.** Étude sur pedigrees d'un cas simple d'hérédité chez l'homme et d'un cas d'hérédité liée au sexe. Les chromosomes humains.

3° **Les étapes récentes de la génétique.**

Müller et la production des mutations par les rayons X.

Beadle et Tatum et la correspondance "un gène, un enzyme"

Watson et Crick et la structure de l'ADN; le code génétique.

Lwoff, Monod et Jacob et l'exploitation de l'information génétique.

L'évolution.

1° Quelques grandes étapes de l'évolution de la vie:

a) *De l'apparition de la vie à la conquête du milieu aérien.* Étude de quelques documents précambriens et de quelques fossiles de l'ère primaire, animaux et végétaux. Essai de reconstitution de paysages de l'ère primaire.

Le précambrien et le problème de l'apparition de la vie. Le primaire et l'apparition des vertébrés et des végétaux vasculaires: la conquête du milieu aérien.

b) *Les adaptations d'un groupe paléontologique à l'ère secondaire.* Étude d'un nombre limité de documents sur les Reptiles secondaires faisant apparaître les caractères du groupe et la diversité des adaptations.

Essai de reconstitution de quelques paysages de l'ère secondaire.

c) *L'évolution d'un groupe à l'ère tertiaire.* Étude de documents concernant des Mammifères du gypse du bassin de Paris.

La naissance de la paléontologie des Vertébrés. Cuvier et le principe de la corrélation des organes.

Étude de documents concernant l'évolution d'un groupe de mammifères tertiaires.

Le relaïement des groupes. Problèmes posés par quelques formes fossiles intermédiaires.

2° Quelques faits actuels suggérant l'idée d'évolution.

Étude pratique par la dissection, et, éventuellement, à partir d'échantillons, de l'organisation comparée, au choix du professeur, soit du cœur et des arcs aortiques, soit de l'appareil respiratoire, des vertébrés.

Présentation de quelques autres faits suggérant l'idée d'évolution: organes rudimentaires et le principe d'homologie d'E. Geoffroy-Saint-Hilaire; Interprétation d'un fait de parasitisme.

3° Origine et évolution de l'Homme.

Analyse de documents paléontologiques et de documents d'archéologie préhistorique.

Esquisse de l'histoire de l'homme et de son origine.

4° Les théories de l'évolution.

* * * * *

INSTRUCTIONS RELATIVES À L'ENSEIGNEMENT DE LA BIOLOGIE EN SIXIÈMES I ET II (INITIATION EXPÉRIMENTALE)

1968

La nouvelle organisation de la classe de sixième commune (6^I et 6^{II}) prévoit, sous le titre *Biologie (Initiation expérimentale)*, un enseignement de 2 heures hebdomadaires qui sera confié aux professeurs de sciences naturelles et donné dans le cadre exclusif de travaux pratiques (0+2), c'est à dire avec dédoublement de section.

Cet enseignement garde pour cadre le programme actuel de biologie prévu pour les classes de 6^e classiques et modernes. L'augmentation de l'horaire de travaux pratiques est destiné d'abord, à permettre d'accentuer le caractère expérimental que manifeste déjà l'enseignement de la biologie, mais aussi de satisfaire mieux les intentions voisines qui étaient celles des anciens travaux expérimentaux.

La présente circulaire a pour objet, dans ce nouveau cadre, d'en préciser les buts, la démarche pédagogique et les moyens.

Les buts.

Ils sont de deux ordres:

1° De façon générale, éveiller les intérêts des élèves, leur donner l'occasion de révéler leurs aptitudes en vue d'une observation exacte, d'une orientation continue et progressive, par d'autres critères que la seule réussite en mathématiques. Il convient pour cela "d'ouvrir l'enseignement sur le monde", de montrer que tout problème de la Vie est un problème complexe ouvert vers les domaines les plus divers et particulièrement les problèmes humains, que la recherche de sa solution exige une "culture", une appréhension de son caractère global et, généralement des efforts collectifs, faire en sorte finalement, que chacun de nos élèves ne soit pas "précipité dans un métier sans avoir rien aperçu de l'univers où il vit"

2° De façon particulière, créer progressivement chez l'enfant une attitude scientifique, plus encore déterminer chez lui une "inquiétude scientifique" en évitant de lui donner une fausse impression de facilité et en lui faisant prendre conscience des difficultés que présente la recherche de la vérité; de toute façon un véritable esprit scientifique ne peut s'acquérir que très progressivement.

La démarche pédagogique.

Elle manifeste plusieurs aspects étroitement liés entre eux dans la perspective d'une formation générale de nos élèves :

1° Les programmes actuels de la classe de Sixième comportent trois termes: organisation, milieu, biologie. Dans cette trilogie, les études biologiques doivent devenir prioritaires, car elles seules permettent de poser des "problèmes", des problèmes dynamiques même et d'actualité qui intéressent le plus nos élèves. L'analyse d'une vie et du milieu de vie correspondant fait apparaître les paramètres d'un problème, leur complexité, amène à mesurer leur valeur, à apprécier les incertitudes de ces valeurs, à définir leur rôle. La connaissance de l'organisation trouve alors sa place naturelle comme le support d'une biologie.

2° La démarche pédagogique générale, à propos de l'étude de ces problèmes, est celle des disciplines expérimentales. Elle comporte plusieurs étapes:

Une étape d'analyse des faits et de l'environnement dans lequel ils s'insèrent;

Un raisonnement qui intègre les divers paramètres, fait apparaître le problème et permet de le poser avec précision;

Un effort d'imagination dans la recherche et pour la découverte de la ou des hypothèses, c'est-à-dire des solutions possibles du problème;

La mise en oeuvre des moyens, et particulièrement des moyens expérimentaux, permettant d'éprouver la valeur de ces

hypothèses et d'approcher ainsi la vérité;

Enfin la manifestation d'un esprit de synthèse dans la formulation et l'élaboration d'une conclusion, parfois d'une loi.

Une telle démarche aboutit à la mise en oeuvre d'une pensée logique, à l'entraînement à une véritable attitude scientifique, également par suite des incertitudes, très grandes en biologie, et qu'on ne manquera pas, en toutes circonstances, de faire connaître et de souligner, à une saine " inquiétude scientifique".

3° Dans le détail, la mise en oeuvre des moyens expérimentaux doit faire l'objet d'une particulière attention. Il convient, à cet instant, de faire franchir aux élèves trois étapes successives: la conception de l'expérience, sa réalisation et son exploitation.

La conception développe essentiellement, au delà de la curiosité, l'imagination et l'esprit de création; le choix des thèmes permet de maintenir cet effort essentiel à la portée des élèves.

La réalisation met en jeu l'habileté manuelle. Elle peut être l'occasion, dans l'usage d'appareils, de discussions techniques et technologiques. Dans des circonstances qu'il convient de rendre aussi nombreuses que possibles, elle entraîne à l'utilisation de techniques et d'outils empruntés à d'autres disciplines, à la physique et à la chimie par exemple.

Son exploitation incite à l'emploi de divers moyens d'expression scientifique, tableaux numériques, graphiques, schémas, etc. et parfois même conduit à une certaine exploitation mathématique.

Dans l'ensemble, la mise en oeuvre des moyens expérimentaux aboutit donc à un large "décloisonnement" de la biologie et à une ouverture importante vers les disciplines qui lui fournissent des outils.

4° Il est bien évident qu'une telle démarche ne se conçoit que dans le cadre des méthodes actives. Les élèves doivent être les "acteurs" essentiels des exercices, depuis le choix initial de l'étude jusqu'à sa conclusion. Le maître, au cours de leur effort, doit s'effacer le plus possible, se contenter de les guider, de coordonner leurs actions, de les animer toutes les fois qu'il est nécessaire, de contribuer à développer tous leurs moyens d'expression.

C'est sous la forme d'un dialogue permanent, animé, ordonné que la classe doit se dérouler, dans un effort à la fois individuel et collectif des élèves lancés à la conquête de la connaissance, adoptant une attitude scientifique véritable et contribuant ainsi eux-mêmes, largement, à leur formation générale.

5° Comme la conduite de la classe, les exercices de contrôle des connaissances et surtout des étapes de la formation des élèves doivent avoir un caractère actif. Les interrogations, les compositions proposeront, à partir d'une documentation limitée, la découverte de problèmes et la recherche de certains aspects de leur solution. Elles doivent permettre au maître de s'adapter, à tout instant, à la situation actuelle et de prévoir les nouvelles actions pour de plus amples progrès.

Les moyens.

La plus grande liberté est laissée aux professeurs et aux élèves dans le choix des problèmes ou des thèmes d'étude, également dans l'organisation du travail individuel et collectif.

Le choix de problèmes ou des thèmes devra cependant répondre aux trois exigences suivantes:

1° Rester dans le cadre des programmes de la classe de Sixième, c'est-à-dire se rapporter à l'homme, aux animaux vertébrés et aux plantes à fleurs;

2° Faire appel constamment au cadre local. Cette référence a pour résultat de permettre d'abord, dans un esprit d'adaptation, de se consacrer à certaines études pour lesquelles la documentation peut être riche, en réduisant certaines autres moins directement accessibles et même, parfois, en y renonçant; ensuite, d'une autre façon, à "décloisonner" l'enseignement de la biologie, en recherchant des ouvertures aussi nombreuses que possible vers certains horizons qui peuvent toucher notamment à l'économique, au social, de façon plus générale encore à l'humain, horizons que pourront aborder, en liaison avec lui, d'autres enseignements.

3° En aucun cas, l'étude d'un thème ne devra dépasser trois ou quatre semaines, non seulement pour ne pas lasser les élèves mais surtout pour trouver dans la variété des thèmes l'occasion d'une formation plus souple, plus nuancée et plus complète et aussi l'acquisition nécessaire d'un minimum de connaissances.

La mise en oeuvre des thèmes exigera quelques sorties pour situer et découvrir les problèmes dans leur milieu naturel. Ces sorties doivent être considérées comme des exercices pratiques obligatoires à l'extérieur. Leur nombre en sera en moyenne d'un par trimestre. Leur financement spécial devra être prévu dans le budget de l'établissement.

Quant à l'organisation, elle devra être préparée au début de chaque année scolaire et, s'il est nécessaire, remaniée au début de chaque trimestre. Elle sera arrêtée :

- d'une part, par le conseil d'établissement pour assurer une coordination horizontale entre les différentes divisions d'une même classe, verticale, entre les différents niveaux d'enseignement ;

- d'autre part, par chaque conseil de division pour établir la meilleure liaison entre les disciplines et assurer entre les maîtres d'une même division la plus grande unité d'action.

Bien entendu, les professeurs et leurs élèves devront s'adapter, au moins dans l'immédiat, aux moyens matériels dont ils disposent, moyens très variables d'un établissement à l'autre. Il y aura cependant intérêt, chaque fois que la chose sera possible et afin de permettre notamment certaines recherches étalées dans le temps comme il est fréquent en biologie, de prévoir l'organisation d'un salle spéciale dans laquelle les élèves pourront continuer à travailler librement en dehors de la classe, dans le cadre de clubs scientifiques par exemple, également celle d'un petit jardin botanique auquel seront annexées une petite serre et une petite salle d'élevage.

Pour faciliter l'effort des maîtres, des fiches de référence seront établies prochainement ; elles présenteront un certain nombre de thèmes et une façon de les conduire, tout en laissant la totale initiative à chacun. Des réunions périodiques seront organisées, à l'échelon académique et, éventuellement, à l'échelon national ; elles permettront la confrontation des initiatives, la réflexion, la préparation de nouveaux efforts et de nouveaux progrès.

Tel est le cadre d'action, très large et très souple, qui est désormais offert aux professeurs de sciences naturelles de la classe de sixième pour assurer, en même temps que l'enseignement de la biologie, l'initiation expérimentale de leurs élèves. Je ne doute pas qu'ils sauront s'y insérer de la meilleure façon et satisfaire ainsi toutes nos ambitions. Le passé de leur enseignement est le plus sûr garant de l'avenir. La biologie, ils en ont depuis longtemps conscience, est, parmi toutes les disciplines, une des plus capables d'assurer la préparation de nos élèves à la vie d'Homme. (souligné par nous)

* * * * *

PROGRAMMES DES CLASSES DE QUATRIÈME : RENTRÉE SCOLAIRE 1970-1971

Classe de quatrième

(Horaire hebdomadaire: 1 heure de travaux dirigés par groupe de 24 élèves au maximum)

Divers types de roches, éruptives, sédimentaires et métamorphiques, prises par priorité, dans la région.

- Étude pétrologique, étude morphologique, essai de reconstitution de l'histoire des roches.

- Constatation d'un lien entre végétation spontanée, cultures et formations géologiques.

Divers types de fossiles, empruntés, par priorité, aux roches de la région. Intérêt de ces fossiles, des points de vue paléontologique, stratigraphique, paléogéographique et paléobiologique.

À partir d'observations faites sur le terrain et sur la carte géologique, utilisation des notions précédemment acquises à des essais de compréhension de la géologie régionale. Établissement progressif d'une carte géologique simple.

NB. - Les divers points de ce programme seront traités et liés entre eux dans un ordre choisi par le professeur en fonction des possibilités régionales.

* * * * *

PROGRAMMES DES CLASSES DE SIXIÈME ET CINQUIÈME

Loi du 11 juillet 1975 – (dite loi Haby)

Sciences expérimentales

OBJECTIFS

La formation secondaire se doit d'initier au plus haut niveau possible tous les élèves, d'une manière progressive et continue, au savoir scientifique, aux réalisations techniques et aux recherches contemporaines dans le domaine des sciences et des techniques.

Il s'agit de créer progressivement chez l'enfant et chez l'adolescent une attitude scientifique, en évitant de donner une fausse impression de facilité et en lui faisant prendre conscience des difficultés que représente la recherche d'une vérité objective.

Cette formation de l'esprit scientifique s'accomplira surtout grâce à l'initiation à l'attitude expérimentale. Elle développera les qualités d'observation, d'analyse et de synthèse, permettant ainsi l'éducation d'un raisonnement logique. Les qualités d'imagination, l'esprit de création seront cultivés, particulièrement par l'apprentissage de l'expérimentation.

Les élèves seront entraînés à l'observation d'objets et de phénomènes physiques, chimiques, biologiques, géologiques, technologiques, qui leur sont accessibles, fondée sur une initiation aux méthodes simples d'analyse. Les élèves seront appelés à expérimenter sur des situations où le nombre de facteurs agissants est assez petit pour qu'il soit possible d'étudier séparément l'effet de chacun d'eux et obtenir, à la fin de chaque séance, des résultats suffisamment nets pour choisir, sans hésitation, entre deux ou quelques hypothèses. Ces travaux entraîneront les élèves à distinguer un fait de son interprétation, à peser les différents termes d'un choix, à développer un esprit critique positif.

L'initiation expérimentale, progressive, lente, répétitive, sera menée grâce à l'étude de situations adéquates.

L'enseignement des sciences expérimentales partira toujours de situations ou phénomènes pris dans l'environnement immédiat des élèves.

Par touches successives, tout en restant résolument appuyé sur l'observation et l'expérimentation, l'enseignement abordera l'examen de quelques notions importantes – dont on peut penser qu'un citoyen ne puisse plus les ignorer – tout en permettant à l'adolescent d'estimer ses goûts et ses aptitudes, de développer sa curiosité, ses facultés créatrices, de comprendre que l'attitude expérimentale permet de choisir entre le très vraisemblable et le peu vraisemblable, ceci non en partant d'axiomes mais de la réalité elle-même.

L'élève sera entraîné à prendre une attitude active qui lui permettra d'utiliser le savoir et la méthode, acquis dans des situations concrètes, même en dehors de l'étude des sciences physiques et naturelles.

L'enseignement des sciences expérimentales contribue par ailleurs au développement des moyens d'expression : expression orale, dessin d'observation, expression écrite. Dans les deux dernières années des collèges, on recherchera un enrichissement et une diversification des moyens d'expression: assimilation d'un vocabulaire scientifique simple, adapté et précis, développement des moyens d'expression graphiques: schémas de synthèse, tracés de plans et de cartes, diagrammes.

Le dialogue, outil constant de l'enseignement, permet l'acquisition et la manifestation d'un esprit critique et logique; il favorise la prise de conscience rationnelle de la responsabilité individuelle et collective de l'homme face à certains grands problèmes du monde contemporain, par exemple dans les domaines de la santé, de l'environnement, de l'utilisation rationnelle des ressources de la planète, etc.

Mais ces objectifs généraux de formation ne seront atteints que si l'acquisition des connaissances est assurée de manière à la fois progressive et logique.

Adaptées à chaque niveau ces connaissances constitueront le savoir organisé et structuré indispensable à l'homme de la fin du XX^e siècle. L'enseignement des sciences au niveau du second degré n'a pas pour objectif de former des spécialistes. Seules les options des lycées peuvent apporter un approfondissement préparatoire à des études ultérieures spécialisées. La formation scientifique dans les collèges envisage pour sa part de fournir aux élèves une culture équilibrée comportant l'appréhension progressive de la méthode expérimentale et l'acquisition de connaissances, attitudes, savoir-faire permettant de comprendre

quelques aspects du monde actuel, au lieu d'en subir passivement les contraintes.

On notera enfin que l'enseignement des sciences doit, comme tous les autres enseignements être au service de l'élève. Il doit donc, dans le domaine de la formation comme dans celui de l'acquisition de connaissances :

- permettre à chaque élève de connaître ses goûts, de découvrir ses aptitudes, afin de préparer les choix qu'il devra faire à l'issue de sa scolarité au collège, puis à l'issue de sa scolarité au lycée;
- fournir, sur chaque élève, un ensemble d'éléments positifs qui seront exploités, le moment venu, pour une orientation justifiée comprise par l'adolescent et sa famille.

PROGRAMMES

L'interprétation du programme de sciences expérimentales doit tenir compte du fait qu'en matière de culture générale scientifique certains élèves ne bénéficieront guère que des activités d'éveil de l'école primaire et de l'enseignement du collège ce qui exclut toute ambition et tout purisme excessifs à ce dernier niveau.

Il s'agit tout d'abord d'assurer une progression qui soit équilibrée. Les limites explicites du programme seront parfois précisées (notamment en sciences physiques) afin d'éviter tout développement qui anticiperait sur les programmes des étapes suivantes et conduirait à ne traiter qu'une partie du programme nécessaire au niveau considéré. Tout développement sur des contenus ne figurant pas au programme est évidemment proscrit, de même que tout débordement superflu sur les disciplines voisines telles que mathématiques, activités manuelles et techniques etc... qui conduirait à ne traiter qu'une partie du programme de sciences; mais toutes les possibilités de la coordination interdisciplinaire seront mises en oeuvre afin de répartir les tâches et d'éviter les recouvrements discordants.

- *En sciences physiques*, [...]

- *En sciences naturelles*, en vue d'éduquer les élèves au respect de la vie sous toutes ses formes, les amener progressivement à l'observation attentive et à une connaissance scientifique du monde vivant peut paraître une tâche ambitieuse. À l'évidence, elle doit être limitée au degré de développement et de compréhension de leur âge. Pour cela, il n'est pas besoin d'un programme énumératif, précis et détaillé. Celui-ci doit seulement engager les maîtres à l'étude répétée des comportements et des manifestations des fonctions caractéristiques de la vie à travers une suffisante variété d'exemples. Ainsi se dégageront tout naturellement l'unité fondamentale du monde vivant et l'interdépendance des êtres.

Mieux vaut alors laisser aux professeurs une large liberté de choix selon le lieu, la saison, les conditions locales, pour permettre, autant que possible, l'observation directe et l'étude concrète des animaux et des plantes dans leur milieu naturel. Les exercices de contrôle permettant d'évaluer les acquis des élèves s'adresseront plus à leurs réflexions qu'à la simple restitution de connaissances.

L'enseignement fera appel par priorité au cadre local et s'appuiera sur les documents fournis par les élevages et les cultures.

I - BIOLOGIE DES FONCTIONS ET ORGANISATION

L'étude des espèces choisies visera essentiellement à montrer comment se réalisent chez chacune d'elles les principales fonctions en relation avec l'organisation structurale. En classe de première année, le cadre systématique de ce programme sera celui des vertébrés et des plantes à fleurs, en classe de deuxième année celui des invertébrés et des plantes sans fleurs.

A. - Observation des comportements et des manifestations des fonctions chez quelques animaux dans leur milieu

- Déplacements et orientation dans les différents milieux, leurs supports organiques.
- Comportements alimentaires et nutrition : reconnaissance et choix des aliments, capture ou récolte, consommation.
- Respiration dans divers milieux: mouvements respiratoires et organes d'échanges.
- Reproduction: caractères sexuels, organes et éléments reproducteurs, développement et croissance.
- Rythmes saisonniers.

B. - Étude fonctionnelle de quelques végétaux

- Échanges d'eau.
- Nutrition, autotrophie, hétérotrophie
- Reproduction sexuée; multiplication végétative. Leur place dans les cycles végétatifs. Vie active et vie ralentie. Dissémination.

En fin de deuxième année (classe de Cinquième), on reprendra dans une courte étude synthétique chacune des principales fonctions pour en montrer l'unité au travers des divers types d'organisation.

II - INTERDÉPENDANCE DES ÊTRES VIVANTS

- Comportements sociaux et vie sociale.
- Parasitisme, symbiose.
- Notion de chaîne alimentaire et d'équilibres biologiques.
- La place de l'homme dans la nature.
- Conservation des équilibres naturels ; quelques aspects de la défense de la nature.
- Respect de l'homme par lui-même : les dangers du tabac et de l'alcool.

Les divers points de ce chapitre, illustrés tout au long du déroulement du programme du cycle d'observation, feront eux-mêmes l'objet d'une courte étude de synthèse en fin de deuxième année.

INSTRUCTIONS

Dans la classe de Sixième, puis dans celle de Cinquième, l'enseignement des sciences naturelles contribuera à la réalisation des objectifs suivants :

- Consolidation des acquisitions de base de la formation donnée par l'école élémentaire.
- Développement progressif et éducation des qualités intellectuelles fondamentales ; esprit d'observation, capacité d'analyse, raisonnement, imagination et créativité, aptitude à la synthèse.

- Développement des capacités de communication, de l'aptitude à la vie en groupe, au travail et à la réflexion en commun.
- Développement du sens pratique et de l'habileté manuelle, de la capacité d'action.
- Acquisition d'un ensemble de connaissances et de méthodes sur lequel pourront s'appuyer les études ultérieures.
- Observation et recherche par les professeurs, et découvertes par l'élève de ses capacités, goûts et aptitudes en vue d'une orientation comprise et acceptée.

1) Conduite de l'enseignement

Le contenu des programmes est indiqué en termes assez généraux et propose un cadre suffisamment souple pour que chaque professeur puisse choisir une progression adaptée aux possibilités de chaque classe et au développement de celles-ci. L'ordre dans lequel les différents points envisagés seront abordés est laissé à l'initiative de chaque professeur. Il devra évidemment tenir compte des conditions locales et des impératifs saisonniers et géographiques.

Le cadre systématique n'est pas celui qui doit guider la progression suivie. Il conviendra cependant d'aborder tous les grands groupes, et on ne négligera pas de regrouper les espèces étudiées pour jeter les bases d'une classification sommaire réduite aux grandes lignes. Il pourra être intéressant, dans certains cas, de montrer comment des biologies diverses peuvent être soutenues par un même plan d'organisation, de même qu'à l'inverse on aura montré que des plans variés d'organisation peuvent permettre la même fonction.

Chaque étude, étendue sur un petit nombre de séances, donnera la priorité à la biologie des espèces étudiées. Elle partira de l'observation des êtres vivants dans leur milieu, et permettra d'aborder ainsi les principales fonctions biologiques. Une réflexion dialoguée mènera à la formulation de questions qu'on cherchera à résoudre tant par une série d'observations nouvelles que par l'expérimentation. Les conditions et les modalités d'accomplissement des fonctions se trouvant ainsi précisées, l'on recherchera la liaison avec les structures participant à cet accomplissement. Celles-ci seront alors replacées dans le milieu de vie.

L'observation, toujours nécessaire, des êtres vivants, peut être en partie suppléée, et souvent précisée, par l'emploi de documents de substitution : films, diapositives, photographies. Elle pourra être effectuée à l'aide des instruments d'observation tels que loupe à main, loupe montée, microscope. Elle s'appuiera souvent sur un dessin d'observation.

Les résultats seront dégagés avec la plus grande netteté en quelques phrases simples constituant un texte écrit d'ampleur limitée, élaborées avec la collaboration de la classe. Certaines séquences pourront en être exprimées sous la forme de croquis annotés ou de schémas.

Chaque étude ne se limitera en aucun cas à l'examen monographique de la biologie d'une seule forme, mais sera basée au contraire sur l'observation d'un nombre limité d'espèces appartenant à des groupes différents. C'est ainsi que, par exemple, on se préoccupera d'examiner la réalisation d'une même fonction (locomotion, alimentation, respiration, reproduction...) dans divers milieux.

2) Connaissances à faire acquérir

Si, dans le cycle d'observation tout particulièrement les finalités essentielles de l'enseignement des sciences naturelles concernent la formation intellectuelle des élèves, il n'en reste pas moins que l'acquisition d'un minimum de connaissances constitue, à court terme au moins, un moyen de tester, dans une certaine mesure, la valeur de l'action du professeur.

Cette acquisition de connaissances sera appréciée grâce à des exercices courts et variés s'adressant, à partir d'un support concret, autant que possible à la réflexion des élèves, et évitant de permettre une simple restitution de connaissances.

1.- Ces connaissances sont relatives à quelques notions fondamentales de portée générale:

- Caractéristiques des êtres vivants.
- Fonction. Organisation. Organisme.
- Relation entre fonction et support organique.
- Conservation de l'espèce.
- Equilibres naturels.
- Rythme et cycle biologiques.

N.B. - Dans le cadre d'une éducation des élèves qui vise à faire acquérir le respect de la vie sous toutes ses formes, leur attention sera appelée, avec la netteté qui s'impose, sur les dangers que présente l'usage du tabac et de l'alcool.

2.- Simultanément, diverses techniques simples seront acquises et couramment utilisées par les élèves au cours de leurs investigations et manipulations :

- Utilisation des outils d'observation

³⁵/₁₇ Moyens optiques (loupe à main, loupe montée, microscope) avec connaissance de leurs possibilités, de leurs conditions et limites d'emploi.

³⁵/₁₇ Instruments de mesure d'usage courant, en liaison avec l'enseignement des sciences physiques et l'éducation manuelle et technique.

- Emploi d'une clé simple de détermination.
- Recherche d'une donnée dans un dictionnaire, une encyclopédie, ou une revue, tri et classement des documents et de l'information (fichiers).
- Réalisation d'une dissection facile, emploi de réactifs d'usage courant et de techniques physiques élémentaires.
- Conduite d'un élevage et d'une culture.

3.- En même temps, une attention particulière sera apportée au développement permanent des capacités de communication, verbale, écrite, graphique:

- Réalisation d'un dessin d'observation (à l'œil nu, à la loupe), soigné et exact, d'un objet de complexité raisonnable.
- Conception et exécution du schéma d'un montage simple, et construction d'un montage à partir d'un plan ou d'une notice.
- Présentation de données numériques, obtenues ou fournies, sous forme de tableaux ou de graphes.
- Construction, rédaction, présentation écrite ou orale, d'un compte rendu ordonné suivant un plan logique.
- Compréhension de la valeur et des limites des langages audiovisuels.

* * * * *

PROGRAMME DE SCIENCES NATURELLES DES CLASSES DE QUATRIÈME (1979) ET DE TROISIÈME DES COLLÈGES (1980)

CLASSE DE QUATRIÈME

I. GÉOLOGIE

À partir d'observations faites sur le terrain et d'études au laboratoire, établissement d'un lien entre paysage et nature des roches. Étude de divers types de roches, prises par priorité dans la région, de leur milieu et de leur mode de formation. Histoire de ces roches et de leurs gisements.

II. BIOLOGIE HUMAINE

A. Découverte du milieu

- La locomotion : motilité, système musculaire, os et articulations.
- L'activité nerveuse : l'information sensorielle; la commande de l'activité motrice. Acte réflexe et acte volontaire.

B. Transmission de la vie

- Fonction des appareils génitaux.
- La maternité : les étapes du développement de l'enfant.

Classe de troisième

I.- PHYSIOLOGIE HUMAINE ET HYGIÈNE

A) Échanges nutritionnels de l'homme avec son milieu :

- Les aliments de l'Homme :
 - ³⁵₁₇Aliments composés et aliments simples. Étude de quelques comportements alimentaires;
- La digestion:
 - ³⁵₁₇Étude d'une digestion "in vitro". Rôle des sucs digestifs. Absorption intestinale ;
 - ³⁵₁₇Nécessité d'une alimentation variée et équilibrée; principes de diététique;
- Le sang:
 - ³⁵₁₇Étude de sa composition ;
 - ³⁵₁₇Origine de la lymphe;
- La circulation:
 - ³⁵₁₇La contraction cardiaque.
 - ³⁵₁₇La circulation dans les vaisseaux, circulation générale et circulation pulmonaire.
 - ³⁵₁₇Les accidents cardio-vasculaires.
- La respiration:
 - ³⁵₁₇Les mouvements respiratoires; les échanges gazeux au niveau des poumons ;
 - ³⁵₁₇Rôle du sang dans la respiration ;
 - ³⁵₁₇Respiration des tissus ;
 - ³⁵₁₇Asphyxies et empoisonnements respiratoires;
- L'excrétion :
 - ³⁵₁₇L'urine; rôle du rein ;
 - ³⁵₁₇La sueur;
- Vue d'ensemble sur les fonctions de nutrition.

B) Agressions du milieu extérieur et maintien de l'intégrité de l'organisme:

- Les microbes:
 - ³⁵₁₇Cultures microbiennes: les techniques de la bactériologie ;
 - ³⁵₁₇Diversité du monde microbien;
- La défense antimicrobienne:
 - ³⁵₁₇L'infection microbienne: les réactions de l'organisme ;
 - ³⁵₁₇Antiseptie et aseptie ;
 - ³⁵₁₇Vaccins, sérums, chimiothérapie ;
 - ³⁵₁₇Importance de l'œuvre pastoriennne;
- La spécificité immunologique:
 - ³⁵₁₇Les groupes sanguins (transfusions sanguines). Greffes et rejets.

C) Éléments d'hygiène sociale:

- Les principales maladies vénériennes (blennorragie, syphilis) et leur transmission;

- Les principes de la contraception;
- Les dangers de l'alcoolisme et du tabagisme;
- Les principes des premiers secours aux accidentés;
- Principes de sécurité.

II- GÉOLOGIE : ÉLÉMENTS DE GÉOLOGIE HISTORIQUE

- Essai de reconstitution de l'histoire de la région à partir de données stratigraphiques, paléontologiques, tectoniques et paléogéographiques.
 - La Terre, planète active: les grandes manifestations de son activité. Les grands traits de l'histoire de la Terre.

Instructions pour les programmes ci-dessus

L'enseignement des Sciences naturelles dans les classes de Quatrième et de Troisième doit tenir compte:

- des modifications plus ou moins brusques intervenant, lors du passage de l'enfance à l'adolescence, tant du point de vue physiologique qu'en ce qui concerne l'évolution intellectuelle, psychologique et affective,
- d'une meilleure adaptation des élèves à l'environnement pédagogique des Collèges,
- des finalités éducatives générales: poursuite de l'observation de chaque élève, de ses capacités intellectuelles comme de ses particularités de caractère; synthèses des observations précédentes en vue de fournir à l'élève et à sa famille des avis motivés pour une orientation rationnelle de l'adolescent au sortir du Collège.

L'étude de la Géologie, de la Biologie humaine et de la Physiologie permettra l'acquisition de connaissances plus étoffées et mieux dominées que dans le cycle d'observation, menant à une structuration plus complète du savoir. En même temps, cette étude assurera le franchissement d'une nouvelle étape du développement intellectuel dans le sens de la rigueur et de l'abstraction.

Pour atteindre ses objectifs, les sujets seront abordés en Quatrième d'une manière surtout analytique, alors qu'en Troisième l'accent sera mis davantage sur l'aspect synthétique de l'enseignement.

LES CONTENUS

L'acquisition d'un savoir constitue l'étape primordiale conduisant aux objectifs éducatifs.

Les notions nouvelles abordées en Quatrième et en Troisième devront être présentées en liaison avec les acquis antérieurs des classes de Sixième et Cinquième.

L'extension, le renouvellement, l'approfondissement, la structuration du savoir se feront en fonction de l'évolution des capacités intellectuelles des élèves.

L'acquisition de connaissances sera, dans toute la mesure du possible, guidée par l'élaboration de progressions annuelles appropriées aux objectifs à atteindre.

Pour parvenir à un bon équilibre entre l'enseignement des diverses disciplines, on débutera en Quatrième par la Géologie et on lui consacra deux tiers de l'horaire annuel, l'autre tiers étant réservé à la Biologie humaine. En classe de Troisième, les questions étudiées en Géologie, plus ardues et plus denses, seront abordées en fin d'année et bénéficieront du quart de l'horaire global, tandis que les trois quarts de celui-ci seront consacrés à la Physiologie humaine et à l'Hygiène. Pour favoriser la réalisation de cet équilibre, il est souhaitable que l'horaire hebdomadaire de 1 h 30 soit réparti à raison d'une heure chaque semaine et d'une heure de quinzaine non contiguës.

L'ENSEIGNEMENT DE LA GÉOLOGIE

I- LES OBJECTIFS

Les intentions.

Pour les élèves entrant en Quatrième, la Géologie est une science nouvelle, motivante, intrigante même, propre à éveiller leur curiosité et à développer sous de nouveaux aspects leurs aptitudes, en raison même de son objet : la Terre et son histoire, les constituants de la lithosphère et leur évolution.

Les objectifs poursuivis au cycle d'orientation grâce à l'enseignement de la Géologie sont en étroite continuité avec ceux du cycle d'observation :

- objectifs de connaissances : acquisition d'un certain nombre de notions géologiques;
- objectifs de formation: maîtrise de techniques; perfectionnement de l'aptitude à la communication orale, écrite, graphique ; développement de l'esprit d'observation, des capacités d'analyse, de l'imagination créatrice, des capacités de raisonnement et de déduction, de l'aptitude à la synthèse et à l'abstraction. Cela en développant encore l'intérêt et la curiosité pour les phénomènes naturels.

Science historique, la Géologie, dynamique malgré le statisme apparent de ses objets, obligera l'élève, par le jeu de la réflexion et de l'imagination, à plonger plus loin dans l'espace et dans le temps.

La Géologie contribue tout particulièrement à la formation de l'esprit scientifique, car elle conduit à des synthèses plus amples, qui comportent des abstractions plus poussées et aboutissent à des concepts parfois difficiles ; les contenus resteront limités au niveau suffisant pour une première étape de la compréhension des faits géologiques.

Des connaissances simples, limitées, mais bien structurées, permettront de comprendre le rôle de cette science dans les activités humaines. La Géologie appliquée constitue de ce fait une source de sujets des plus fructueuses.

Grâce aux connaissances ainsi acquises, les élèves appréhenderont mieux la composante géologique des problèmes d'environnement. En particulier, l'étude de quelques ressources naturelles contribuera à la prise de conscience des problèmes nés de l'utilisation de certains constituants du globe.

A propos de la protection de la Nature, la dimension géologique s'ajoutera à la notion de respect permanent de la Vie pour renforcer l'éducation du sens des responsabilités.

Le programme.

L'étude de la Géologie ne s'accommode que d'un programme ample dont la rédaction, volontairement brève, laisse une grande marge d'initiative au professeur et permet l'adaptation de l'enseignement tant aux caractères de la région qu'au niveau de la classe. Cette ampleur impose au maître une sélection de ses sujets dont il assume la responsabilité. Ce choix répondra à un certain nombre de critères :

- il s'agit d'un enseignement d'initiation à la Géologie, qui respecte l'originalité du cycle d'orientation en évitant l'encyclopédisme et le transfert de leçons du second cycle.
 - les sujets choisis doivent s'organiser en une progression aussi cohérente que possible allant du simple au complexe, même, et surtout, si la géologie locale est difficile ; ils aboutissent à des connaissances simples, limitées, mais logiquement structurées.
 - l'accumulation de connaissances est exclue ; le but est d'initier aux démarches, aux attitudes, aux méthodes du Géologue, de rendre l'élève capable d'adopter le comportement du Géologue, donc l'attitude scientifique au contact des paysages découverts et des objets géologiques récoltés lors de ses activités scolaires et extra-scolaires de jeune, puis d'adulte.
- Dès lors, une attitude dynamique, privilégiant les méthodes actives, est indispensable.

Les démarches .

La Géologie est particulièrement apte à développer et à affiner l'aptitude à parcourir une démarche scientifique.

Comme en Physiologie, mais à partir d'ensembles souvent plus vastes, observation et analyse aboutiront à la formulation de questions à résoudre , tantôt induites, tantôt déduites par un raisonnement logique, des hypothèses naîtront. Mais la démarche du Géologue trouve son originalité dans le fait que la vérification des hypothèses passe, en classe de quatrième, non par l'expérimentation, mais par la sommation d'observations nouvelles exploitées selon une rigoureuse logique. L'attitude intellectuelle, fondamentale dans l'enseignement de la Géologie au Premier cycle, est donc hypothético-déductive. Le fait que les dimensions du globe et la durée des temps géologiques ne permettent d'aboutir qu'à des théories et des lois plus ou moins probables, sera souligné le moment venu (classe de Troisième). Sous la forme d'une saine inquiétude scientifique, sera ainsi encouragé le désir de recherches et d'investigations ultérieures.

On se gardera d'introduire, dans l'enseignement du premier cycle, même à l'aide de documents (textes d'auteurs) des expérimentations dépassant le niveau de compréhension des classes - à propos de l'origine des roches magmatiques ou métamorphiques par exemple - ou, au contraire, un excès de manipulations visant à mettre en évidence une simple propriété physique. Les modèles, parfois réalisables, seront minutieusement discutés et on montrera combien la différence d'échelle rend les extrapolations aléatoires. Avant d'entreprendre ces divers actes pédagogiques, on n'omettra pas de se renseigner sur le niveau acquis en Physique et en Chimie, et on s'y limitera. Le vocabulaire adopté sera évidemment commun aux disciplines expérimentales et conforme aux normes.

Le professeur de Sciences naturelles ne cherchera donc pas à introduire à tout prix la démarche expérimentale dans ses leçons de géologie. Au contraire, amené à enseigner la même année une autre discipline dans laquelle l'analyse expérimentale est fondamentale et accessible à la classe, il saisira l'occasion de diversifier les démarches intellectuelles de ses élèves pour une meilleure formation de leur esprit scientifique.

L'enseignement de la Géologie n'est donc pas fermé sur lui-même, mais ouvert sur le monde extérieur. Partant de son observation, il doit permettre à l'élève de comprendre les manifestations de l'activité économique d'une région, de garder l'esprit critique vis-à-vis des informations reçues concernant les problèmes de ressources naturelles, de sources d'énergie, les manifestations géodynamiques, d'apprécier la part de la Géologie dans les problèmes d'environnement et de protection de la Nature.

Sollicitant les aptitudes des élèves sous des formes nouvelles, l'enseignement de la Géologie permet d'évaluer l'évolution des diverses aptitudes de l'élève tant par l'observation de son comportement en classe que par des exercices judicieusement choisis. Il contribue ainsi à des décisions d'orientation positives, bien comprises de l'élève et de sa famille.

II — LA CLASSE DE QUATRIÈME

La recherche des sujets.

Proscrivant toute introduction comportant des généralités qui n'ont leur place que dans les synthèses prévues en Troisième (Ères, chronologie absolue, structure du globe), le professeur fondera son activité initiale sur l'observation et l'analyse d'un paysage aussi local que possible.

Dans le cas le plus favorable, ce paysage peut être découvert du Collège ou grâce à un bref déplacement. Des renseignements sur le site géologique de l'agglomération suffisent parfois. Lorsque le paysage est inaccessible dans l'immédiat, les documents permettront de soumettre à la classe le paysage le plus proche.

L'analyse du paysage fait intervenir l'ensemble des éléments accessibles (topographie, végétation spontanée et cultures, sols et affleurements éventuels, activités humaines). Cette analyse est source de sujets nombreux et variés parmi lesquels seront sélectionnés les plus fructueux et les plus commodes pour atteindre les objectifs prévus. Un croquis de paysage est un bon support de cette phase d'exploration ; dans certains cas (sous-sol dénudé) le croquis du géologue peut déjà être tracé sans dépasser toutefois l'étape du compte rendu d'observation. La constitution d'une documentation locale, au niveau de l'établissement (diapositives, roches, fossiles, sondages, évolution historique des activités humaines...) aide considérablement professeurs et élèves.

Les sujets choisis s'expriment sous la forme d'une question géologique locale pouvant être résolue à l'aide de la démarche précédemment décrite. La recherche de la solution met en jeu l'ensemble des disciplines qu'englobe la géologie (éléments de pétrographie et de paléontologie, caractères du gisement, phénomènes externes, géologie appliquée) ; celles-ci interviennent dans la mesure des besoins de la recherche de la solution, sans qu'aucune d'elles (pétrographie systématique par exemple) fasse l'objet d'une étude exhaustive, ou, au contraire, paraisse exclue du programme.

Place de l'étude des roches.

Il est dès lors évident que l'étude des roches ne saurait revêtir la forme d'une suite de monographies complètes au plan stéréotypé. Passant naturellement du paysage au gisement, puis à la roche constitutive, la classe en recherche les caractères qui

concourent à la solution de la question posée. Plusieurs roches [deux à trois] peuvent intervenir au cours d'un même sujet tandis que la connaissance suffisante d'un groupe de roches pourra résulter de l'acquis venu de plusieurs sujets, motivés par plusieurs paysages.

La classification s'établira progressivement au fur et à mesure que s'acquerra l'aptitude à analyser un paysage autre que le paysage local ainsi que celle à déterminer de nouvelles récoltes grâce à l'usage d'ouvrages simples.

Place des phénomènes géologiques externes.

Les phénomènes géologiques externes ne sont pas au programme en tant que tels. Leur intervention, limitée à la compréhension des paysages observés, est cependant indispensable et ils contribueront ainsi à résoudre les questions posées dans un esprit dynamique.

L'usage des cartes en Quatrième.

La carte topographique est un outil dont les ressources seront exploitées uniquement lorsque le Géologue en éprouvera le besoin, sans jamais être l'objet d'une étude technique préalable dont la place naturelle se situe en Géographie.

La carte géologique, compte-rendu dense, abstrait, au langage codé difficile, ne peut être l'outil de l'investigation initiale du paysage. Bien que son usage soit essentiellement à sa place en classe de Troisième, une première initiation pourra cependant être pratiquée au moment des premières synthèses intervenant en Quatrième.

L'extension des connaissances et des méthodes : la couverture du programme.

En un lieu donné, le paysage du local au régional ne suffit que rarement pour aborder tous les grands groupes de roches et l'ensemble des notions géologiques prévues au programme. A défaut d'une sortie possible sur le terrain, convenablement située dans l'année, des documents audio-visuels peu nombreux et bien choisis permettront de partir de paysages caractéristiques d'autres régions françaises, dans le même esprit et avec les mêmes méthodes que celles appliquées au paysage local.

Ces études seront susceptibles de compléter les connaissances, la culture, et d'assurer l'évolution des aptitudes; elles pourront intervenir notamment à l'occasion d'exercices d'évaluation.

L'étude de quelques ressources géologiques, avec leur utilisation par l'Homme (les minerais sont des exemples de roche possibles) contribuera, en même temps qu'à l'atteinte des objectifs généraux, à la prise de conscience des problèmes liés à l'utilisation de certains constituants du globe et de la part de la Géologie appliquée dans leur résolution.

La dimension historique en classe de Quatrième.

Établir l'histoire des roches et de leurs gisements est engageant, déjà, le caractère historique des Sciences géologiques en attendant de pénétrer plus profondément dans l'espace et dans le temps en classe de Troisième.

Demeurer au niveau de la roche et de son gisement évitera d'anticiper sur le programme de la classe suivante en fournissant prématurément et dogmatiquement des données abstraites qui rompraient l'ordonnance logique de la réflexion et de la progression.

Appliquée à des cas d'espèces et premier bilan d'une année d'étude, cette partie historique du programme constitue le lien logique avec celui de l'année suivante.

Établir le mode de formation des roches, l'histoire des gisements, impose une première prise de contact avec la Paléontologie, la Paléoécologie, la Stratigraphie, la Tectonique... Cette prise de contact se fera au premier niveau nécessaire pour la solution des problèmes posés et ne laissera qu'entrevoir la généralisation ultérieure en classe de Troisième.

C'est ainsi que les fossiles récoltés ou présentés à l'occasion de l'examen des roches sédimentaires choisies seront utilisés, en Quatrième, essentiellement pour leur signification paléobiologique (fossiles de faciès), permettant ainsi une initiation à l'usage d'une clef de détermination simple et régionale, à diverses possibilités de classification, au phénomène de fossilisation et au principe des causes actuelles, mais ne trouveront leur pleine signification stratigraphique et évolutionniste qu'en classe de Troisième. En aucun cas, la Paléontologie ne prendra la forme de chapitres particuliers sur la fossilisation et les groupes fossiles.

C'est ainsi, également, que le caractère superposé des strates observées demeurera essentiellement une observation préparant l'accès aux principes de stratigraphie, pleinement développés l'année suivante.

L'observation des effets locaux de manifestations tectoniques ou volcaniques peut conduire à des interprétations exprimées sous forme d'hypothèses dont les solutions, issues de la géodynamique interne, seront découvertes en classe de Troisième.

À cette occasion, dans des régions structurellement simples, un début d'initiation à la carte géologique n'est pas impossible. L'ébauche de carte géologique obtenue est avant tout l'apprentissage du compte-rendu en langage géologique codé, un premier pas vers une abstraction plus poussée. Sa valeur synthétique et ses possibilités d'outil prévisionnel trouvent évidemment leur place en classe de Troisième. Dans les régions difficiles, se limiter au simple report des affleurements observés, sur la carte topographique, est suffisant dans un premier temps.

III. — LA CLASSE DE TROISIÈME

À l'entrée en Troisième, l'élève doit avoir compris les attitudes du Géologue, et être familiarisé avec ses méthodes, c'est-à-dire être capable d'en adopter le comportement dans une situation nouvelle simple et d'ampleur limitée.

L'histoire de la région.

L'histoire des roches étant connue, les études géologiques vont s'élargir dans l'espace et se développer dans le temps, atteignant la région, le pays, puis la planète.

La reconstitution de l'histoire de la région est une première étape. À cette occasion, les éléments stratigraphiques, paléontologiques, paléo-écologiques, tectoniques..., acquis en Quatrième, sont complétés et ordonnés. La disposition des roches dans leurs gisements conduit aux notions de chronologie relative ; la valeur stratigraphique de certains des fossiles connus est découverte. Des reconstitutions paléogéographiques mènent à l'élaboration des esquisses correspondantes. Le raisonnement analogique est employé (principe des causes actuelles) tout en soulignant ses limites et le caractère hypothétique des

interprétations permises.

Conçue comme une reconstitution historique, cette étude régionale souligne la valeur générale des méthodes acquises, les affine ; elle met en jeu des documents variés et privilégiés, l'usage des méthodes actives, un dialogue fructueux avec la classe, le raisonnement hypothético-déductif, excluant ainsi tout dogmatisme.

C'est sans doute à ce moment que l'initiation à la carte géologique, qui n'a pu qu'être effleurée antérieurement, puis son usage comme outil prévisionnel se situe le mieux. Selon le niveau des élèves et la complexité de la région, on poursuivra la construction amorcée en Quatrième ou on se limitera à la mise en place des grands ensembles structuraux en fonction des principes géologiques établis. La carte géologique accompagnera chaque séance plutôt que d'être l'objet d'une étude ponctuelle et dense. Les coupes géologiques ne seront réalisées que dans les cas les plus simples, quand des documents seront susceptibles de les concrétiser (vue d'une carrière).

La Terre, planète active .

Les élèves n'auront rencontré des manifestations du dynamisme terrestre qu'au hasard des sujets abordés. Un nombre raisonnable d'exemples concrets, toujours fondés sur des documents, tantôt actuels, tantôt extraits du passé, fera prendre conscience de l'existence d'une géodynamique interne (volcanisme, séismes, déformations de l'écorce terrestre) et d'une dynamique externe (érosion, sédimentation...) susceptibles de modifier lentement l'aspect extérieur de la Terre, notamment de ses continents.

Les grands traits de l'Histoire de la Terre.

Les leçons sur les orogénèses successives et les êtres vivants de chaque ère n'ont pas leur place ici. Plus poussé sera le degré d'abstraction et de synthèse espéré, plus soigneux seront la recherche et le choix des documents concrets susceptibles d'y conduire.

Les relations existant entre des gisements de roches de diverses origines (volcaniques et plutoniques, sédimentaires, métamorphiques) seront coordonnées avec les informations fournies par la géodynamique interne et conduiront à proposer un modèle de structure du globe.

L'analyse des caractères de quelques associations animales et végétales, toujours replacées dans leur contexte paléocécologique, fera prendre conscience de la succession des formes vivantes et sensibilisera à la notion d'évolution.

Le découpage des temps géologiques en ères sera alors fondé sur les arguments géodynamiques et paléontologiques essentiels. Des indications de durée absolue pourront alors être fournies sans qu'il soit fait référence à des méthodes de chronologie absolue hors de portée des connaissances en Physique de la classe. On se gardera d'aborder la tectonique globale par le biais d'un exposé synthétique dogmatique n'aboutissant, en Troisième, qu'à un schéma simpliste pour lequel l'élève du premier cycle ne peut comprendre les méthodes et les raisonnements qui ont servi à l'établir. Cependant, la présentation de documents (carte du fond des océans, planisphère, mesures de l'éloignement de certains continents, structure du globe...) permettra de préciser et de coordonner des informations issues de l'école parallèle, de confirmer l'existence de mouvements lents des continents, de voir dans ces mouvements la cause hypothétique des manifestations de la géodynamique interne.

Ainsi, au sortir du Collège, l'élève saura à la fois faire parler les objets géologiques locaux rencontrés en diverses occasions, les replacer au sein de l'histoire de la Terre, comprendre la dimension géologique des problèmes généraux auxquels il sera confronté. Muni de méthodes intellectuelles de portée générale, mais d'un savoir encore partiel quoique précis, il pourra, selon ses désirs ou ses besoins, étendre sa culture géologique, soit grâce à un enseignement ultérieur, soit par ses lectures, recherches ou informations personnelles.

L'ENSEIGNEMENT DE LA BIOLOGIE HUMAINE, DE LA PHYSIOLOGIE ET DE L'HYGIÈNE

Cet enseignement présentera plusieurs aspects.

Il permettra la poursuite de l'acquisition d'éléments de méthode scientifique et de la formation de l'esprit expérimental. Il comportera simultanément la pratique de quelques savoir-faire simples.

L'élève sera mis en possession de connaissances spécifiques touchant à la fois, la biologie et la physiologie humaines, à l'hygiène, mais aussi aux domaines de l'environnement, de la santé et de la sécurité humaines. L'aspect pratique de l'enseignement sera mis en relief à propos de la présentation de quelques principes fondamentaux relatifs à la prévention des accidents et à l'hygiène individuelle et sociale.

La dimension culturelle impliquera l'éducation des facultés d'abstraction et de synthèse, menant à l'acquisition de concepts traduisant une compréhension correcte des faits d'ordre physiologique. Pour cela, le professeur continuera à développer l'emploi des divers modes d'expression et l'aptitude à la communication.

L'apport de cet enseignement dans le domaine moral ne sera pas minimisé. L'étude des informations de nature scientifique répandues par les grands moyens d'information permettra au professeur de Sciences naturelles de concourir à l'éducation de l'esprit critique de ses élèves, futurs citoyens. La meilleure compréhension des phénomènes biologiques et physiologiques conduira à donner au respect permanent de la Vie un fondement rationnel. Enfin, l'approche, à un niveau modeste, de l'étude des comportements de l'être humain fournira l'occasion de cultiver l'esprit de solidarité, le sens des responsabilités et le respect de la dignité humaine.

En biologie et en physiologie humaines, on introduira en priorité la notion de fonction, en partant de l'observation du comportement des individus. On réduira la description des structures au minimum indispensable à la compréhension du fonctionnement des organes et appareils. Dans la plupart des cas, on en restera au niveau de l'anatomie. Cependant, la notion de cellule pourra être introduite au moment de certaines études (éléments figurés du sang, monde microbien).

Le niveau de l'enseignement dispensé sera déterminé tout d'abord par la nécessité de renouveler, en l'approfondissant, le contenu biologique déjà acquis en Sixième et en Cinquième. D'autre part, on évitera soigneusement le transfert direct de notions inscrites au programme des classes de Première et de Terminale. Il s'agit au contraire de construire un enseignement dont les caractères spécifiques seront déterminés à la fois par le cadre du programme et les capacités des élèves.

L'étude de l'Hygiène sera abordée à propos de chacune des fonctions et complétée par des notions d'Hygiène générale.

Les aspects pratiques des questions abordées ne seront pas négligés. Le professeur évitera toutefois de s'en tenir aux

recettes; la justification des applications pratiques sera toujours mise en relief.

La matière du programme de Physiologie humaine offrira la base nécessaire à une bonne compréhension des programmes de Seconde, Première et Terminale.

I - CLASSE DE QUATRIÈME: BIOLOGIE HUMAINE

A. Découverte du milieu

Le libellé du programme doit inciter le professeur à aborder l'étude des problèmes biologiques dans le même esprit qu'en Sixième et en Cinquième.

Il s'agit de montrer comment l'homme explore le milieu dans lequel il évolue et comment il exploite les données et informations recueillies par les organes des sens.

1. La locomotion

Après l'observation et l'analyse d'un mouvement de flexion et d'extension, on en viendra à une étude élémentaire des propriétés d'un muscle squelettique, éclairée par les considérations morphologiques et anatomiques indispensables. De cet exemple seront déduits les rôles respectifs des muscles, des articulations et des éléments du squelette, les os, dans le mouvement.

Si de brèves notions sur la structure et la composition de l'os long peuvent s'admettre pour autant qu'elles expliquent la résistance et la rigidité des os, par contre, en Quatrième, on n'abordera pas les divers problèmes posés par la croissance des os.

2. L'activité nerveuse

a) L'information sensorielle

Par les fonctions sensorielles, l'Homme est informé des caractéristiques du milieu dans lequel il vit.

On s'attachera particulièrement à l'étude de l'*information visuelle*, en raison de son importance chez l'Homme. Dans l'étude du récepteur sensoriel, on s'appuiera à la fois sur les données de l'observation (dissection de l'œil de bœuf) et sur les notions de Physique acquises d'autre part. On distinguera nettement les trois étapes de l'information : réception et transcription de l'information en un message, transmission du message par les voies nerveuses, analyse du message par le cerveau.

Certaines altérations de la vision, en particulier les anomalies de la formation des images, pourront être présentées. A partir de cet exemple, on ne manquera pas de souligner comment les autres organes des sens interviennent dans la découverte du milieu.

b) La commande de l'activité motrice:

Le rôle des nerfs et des centres nerveux sera analysé à propos des activités réflexe et volontaire. Le schéma cellulaire de l'arc réflexe n'a pas sa place à ce niveau.

L'hygiène de l'appareil locomoteur et du système nerveux pourra regrouper

- les accidents liés au mouvement : fatigue musculaire, accidents musculaires, accidents articulaires et fractures,
- les effets du surmenage, de l'alcool, du tabac sur le système nerveux.

B. Transmission de la vie

L'information sexuelle dispensée par le professeur de Sciences naturelles revêtira un caractère exclusivement scientifique.

S'adressant à de jeunes élèves de Quatrième, le professeur devra simplifier autant qu'il est possible l'étude de l'organisation et du fonctionnement des appareils génitaux de l'homme et de la femme. On se limitera à la production des gamètes, des indications sur les fonctions hormonales trouvant leur place en classe Troisième.

Sous le titre «La maternité», on abordera l'étude de la gestation et de l'accouchement comme celle de la lactation et des soins au nouveau-né. La question de l'avortement sera réservée à la classe de Troisième.

Les étapes du développement de l'enfant permettront d'introduire quelques notions sur la croissance. Le professeur s'en tiendra à une description de la croissance pendant l'enfance; il évoquera la période de la puberté pour achever par quelques notions sur la croissance pendant l'adolescence.

II. CLASSE DE TROISIÈME: PHYSIOLOGIE HUMAINE ET HYGIÈNE

A. Les échanges nutritionnels de l'Homme avec son milieu.

Par son libellé, ce titre souligne la nécessité de placer la physiologie des fonctions de nutrition dans le contexte des rapports de l'Homme avec le milieu qui l'entoure.

À l'occasion de chaque fonction, le professeur présentera quelques éléments d'hygiène générale; il se cantonnera à ce domaine sans aborder l'aspect thérapeutique.

1. Les aliments de l'Homme

Par l'analyse d'un aliment composé, on dégagera la notion d'aliment simple (glucides, lipides, protides). On procédera à la reconnaissance de ces substances et de l'eau dans quelques aliments usuels; on signalera l'existence de sels minéraux. On exploitera les données précédentes pour établir une classification simple des aliments composés.

L'examen de quelques comportements alimentaires (familiaux, régionaux) portera sur l'aspect quantitatif et l'aspect qualitatif de la nourriture ingérée. Ce sera l'occasion d'évoquer les problèmes de la nutrition à l'échelle planétaire.

2. La digestion

La dissection d'un petit mammifère fournira les indispensables données anatomiques sur l'appareil digestif, qui seront complétées par la description sommaire de l'appareil digestif humain.

Quelques observations suffiront à montrer la nécessité d'une transformation de la plupart des substances ingérées. Puis, la transformation d'un aliment dans le tube digestif sera expliquée à partir d'une digestion «in vitro». Le rôle des sucs digestifs et des enzymes conduira à dégager la signification de la digestion. L'étude très sommaire de l'absorption intestinale permettra d'évoquer le devenir des aliments digérés et de distinguer ainsi absorption et assimilation.

Les données physiologiques précédentes montreront la nécessité d'une alimentation variée et équilibrée; l'énumération de quelques principes de diététique permettra de fonder une nouvelle classification des aliments (aliments d'entretien, de

croissance ; aliments énergétiques, aliments à rôle fonctionnel...); la nécessité d'une alimentation rationnellement composée découlera de l'étude de la physiologie de la digestion, ce qui conduira à la définition de quelques rations alimentaires, à la notion d'avitaminose et à celle de vitamine.

Les conséquences de certaines techniques de modification ou de conservation des aliments naturels seront évoquées de préférence à la suite de l'étude des microbes.

3. Le Sang

On n'insistera pas exagérément sur la composition chimique du plasma. L'étude des propriétés des hématies et des leucocytes conduira à l'examen de leurs rôles dans les diverses fonctions et les mécanismes de défense de l'organisme. On expliquera sommairement les termes d'anémie et de leucémie. La coagulation du sang sera abordée de manière élémentaire et concrète.

L'idée de milieu intérieur sera dégagée de l'étude du sang et de la lymphe. À cette occasion, on introduira la notion de constance du milieu intérieur.

4. La circulation

Le libellé du programme montre qu'il y a lieu d'insister sur l'aspect fonctionnel de la question: toutes les observations conduiront à dégager nettement les rôles des trois parties de l'appareil circulatoire : propulsion du sang assurée par le cœur, conduction du sang par les vaisseaux, échanges effectués au niveau des capillaires. On présentera sommairement la notion de pression artérielle.

Quelques troubles de la fonction circulatoire seront présentés : infarctus du myocarde, hypertension artérielle, embolie et infarctus cérébral.

5. La respiration

L'étude concrète de l'appareil respiratoire humain sera limitée aux notions indispensables à la compréhension de la physiologie de la respiration, des notions d'hygiène afférente à la question et des principes de secourisme qui s'y rattachent.

L'aspect chimique de certains phénomènes sera abordé avec discernement: par exemple, l'explication des expériences mettant en évidence le rôle de l'hémoglobine dans le transport de l'oxygène ou celle du rôle du sang dans le transport du dioxyde de carbone tiendront compte du niveau des connaissances acquises en chimie.

L'hygiène de la respiration permettra d'évoquer l'adaptation respiratoire à l'effort et à l'altitude. La description des asphyxies et des empoisonnements respiratoires sera l'occasion de souligner la gravité de l'intoxication oxycarbonée et l'importance des pollutions atmosphériques, dans les maladies professionnelles notamment.

6. L'excrétion

En introduction de ce chapitre, la généralité de la fonction d'excrétion sera évoquée : une brève revue des organes intervenant dans l'excrétion (poumon, foie, glandes sudoripares, reins) sera faite et le rôle de ces divers organes précisé. Mais on insistera tout particulièrement sur les fonctions du rein en relation avec la notion de constance du milieu intérieur.

7. Vue d'ensemble sur les fonctions de nutrition

Ce chapitre doit prendre un caractère synthétique et souligner nettement la nature et la signification des échanges nutritionnels de l'Homme avec son milieu.

Le bilan des échanges matériels entre organisme et milieu extérieur débouchera sur la détermination de la composition de quelques types de rations alimentaires. On n'omettra pas de préciser comment ces rations permettent de couvrir les besoins en énergie de l'organisme.

On évoquera, pour terminer, l'unité fonctionnelle de l'organisme et l'on introduira à ce propos la notion d'hormone.

Dans toute cette partie, le professeur pourra, s'il le désire, soit décrire pour chaque fonction de nutrition les effets de l'alcool et du tabac, soit faire une leçon-bilan sur les dangers de l'alcool et du tabac pour les diverses fonctions étudiées.

B. Les agressions du milieu extérieur et le maintien de l'intégrité de l'organisme.

1. Les microbes

Nul souci systématique, nulle prétention aux études exhaustives ne doivent animer le professeur lorsqu'il aborde ce chapitre. Quelques exemples suffiront à faire comprendre la diversité et la complexité du monde microbien. Pour donner à cette initiation microbiologique un caractère concret on ne manquera pas de réaliser quelques cultures d'espèces non pathogènes et de commenter quelques documents.

On ne négligera pas l'importance des microbes utilisés par l'Homme, ce qui permettra de dissocier la notion de microbe et l'idée de danger.

On terminera ce chapitre par l'évocation de quelques techniques de l'industrie alimentaire, des mécanismes de fermentation.

2. La défense antimicrobienne

L'étude de l'infection microbienne, prise comme type d'agression du milieu extérieur, permettra la description des étapes de la lutte de l'organisme contre les deux types d'agression bactérienne, la septicémie et la toxémie. L'étude des réactions de l'organisme dans les deux cas fournira l'occasion d'introduire, à côté des notions classiques, quelques données plus récentes relatives à l'immunologie.

La défense artificielle contre l'agression microbienne mènera à la distinction entre antiseptie et aseptie, entre vaccin, sérum et antibiotique.

Tout au long de ce chapitre, le professeur ne manquera pas de souligner l'importance de l'œuvre pastoriennne.

3. La spécificité immunologique

Pour faire comprendre à l'élève de Troisième «l'originalité biologique de l'individu» défendu par «la machinerie interne de surveillance du soi», on aura recours à deux exemples: l'étude des groupes sanguins et ses applications à la transfusion sanguine ; l'étude des greffes et des phénomènes de rejet. Là encore, le professeur trouvera l'occasion d'actualiser son enseignement comme il convient, compte tenu des capacités et des intérêts des élèves de Troisième.

C. Éléments d'hygiène sociale.

1. Les maladies vénériennes

Leur étude fournira l'occasion de l'introduction des notions de prévention, d'incubation et de contagion, donc d'une

nouvelle mise en œuvre des connaissances acquises à propos de la défense antimicrobienne.

2. Les principes de la contraception

Cette question sera replacée dans son contexte social, mais ne sera traitée ici que d'un point de vue strictement scientifique. Il sera à ce propos nécessaire de revenir sur la notion d'hormone, et de l'élargir pour montrer comment certaines méthodes de contraception sont fondées sur la connaissance des mécanismes hormonaux.

3. Les dangers de l'alcoolisme et du tabagisme

Comme indiqué plus haut, le professeur pourra reprendre ici les données déjà acquises à propos des effets de l'alcool et du tabac sur l'organisme, et montrer les désordres résultant de leur abus.

4. Les principes des premiers secours aux accidentés. Principes de sécurité

Dès la classe de Quatrième, aura été entreprise une information relative au secourisme, avec la description des premiers secours à apporter aux blessés, victimes d'atteintes du squelette.

On réservera pour la classe de Troisième l'information relative au traitement provisoire des plaies et brûlures (infection microbienne), à l'arrêt des hémorragies, et aux soins aux asphyxiés (cf. la respiration).

L'explication sommaire des causes d'électrocution (effets sur le système nerveux ou le système musculaire) sera comprise comme une justification des règles de sécurité à observer vis-à-vis des installations et des appareils électriques.

D'une manière générale, ces éléments d'hygiène sociale conduiront à donner à l'enseignement des Sciences naturelles sa dimension morale. En insistant sur la notion de responsabilité individuelle ou de solidarité humaine, le professeur contribuera efficacement à la formation du caractère et du sens social de ses élèves.

LES MÉTHODES

Chaque professeur choisira ses méthodes d'enseignement, compte tenu des indications précédentes, en fonction de ses préférences personnelles, des capacités et des motivations de ses élèves, et des sujets abordés.

L'adaptation des méthodes choisies sera affinée par une évaluation continue et appropriée des résultats auxquels leur emploi peut conduire.

Les méthodes mises en pratique devront, en privilégiant l'activité individuelle de l'adolescent, lui permettre d'accéder, au terme de quatre années d'études dans les Collèges, à une maîtrise suffisante de modes de pensée qu'il pourra appliquer pour sa formation ultérieure et dans ses activités professionnelles et sociales.

Chaque professeur veillera à varier les méthodes utilisées afin :

- de se garder de tout excès préjudiciable à une action équilibrée,
- de satisfaire les besoins intellectuels et affectifs d'une population scolaire essentiellement hétérogène,
- d'adopter des démarches prioritaires recherchées à tel ou tel moment de la progression annuelle.

L'action du maître s'appuiera sur l'emploi d'aides pédagogiques appropriées telles que des documents aussi variés que possible, et des manuels considérés en tant qu'auxiliaires de l'élève. Une attention toute particulière sera portée aux travaux accomplis en classe par les élèves, et donc à l'organisation et à l'emploi du cahier de l'élève.

L'observation de chaque adolescent et la personnalisation de l'action éducative rendent nécessaire l'introduction au cours de chaque leçon de séquences d'exercices pratiques. Au cours de celles-ci, une place privilégiée sera faite, en Biologie et en Physiologie, à la pratique de la démarche expérimentale.

L'action du professeur de Sciences naturelles portera tous ses fruits à la condition qu'elle s'intègre harmonieusement, avec celle de ses collègues des autres disciplines, au sein de l'équipe éducative de l'établissement.

Pour le ministre et par délégation :
Le directeur des Collèges,
M. RANCUREL.

* * * * *

PROGRAMME DE SCIENCES NATURELLES (RENTÉE 1981-1982)

Classe de seconde

Quelques problèmes biologiques, physiologiques et écologiques posés par l'étude des êtres vivants dans leurs milieux.

- Étude du peuplement végétal et animal de deux milieux.
Inventaire et répartition des formes vivantes rencontrées.
- Facteurs intervenant dans leur répartition.
Relations entre les êtres vivants et leur milieu de vie.
Relations interspécifiques.
Relations intraspécifiques.
- Les relations trophiques dans les écosystèmes. Réseaux alimentaires. Production; photosynthèse.
Consommation; respiration, fermentation.
- Équilibre dans les écosystèmes. Intervention de l'Homme : aménagement et protection de la nature.

INSTRUCTIONS (Classe de seconde)

LES INTENTIONS

La classe de seconde doit permettre à l'adolescent d'effectuer un choix positif dans la section de première répondant le mieux à ses aspirations, à ses goûts et à ses capacités. L'introduction des Sciences naturelles dans cette classe doit donc contribuer à l'éducation des élèves, avec acquisition d'une formation intellectuelle équilibrée.

L'apport de l'enseignement des Sciences naturelles à l'autonomie de l'élève se traduit par le développement de l'attitude scientifique, de l'esprit critique.

Une saine motivation du choix de la section de première qui, dans la plupart des cas, engage celle de terminale, passe par une prise de conscience des objectifs et des méthodes du naturaliste, une ouverture sur les matières qui approfondiront sa culture scientifique dans la suite du second cycle, une idée plus raisonnée de la place de l'Homme dans le monde vivant.

Tout en prenant conscience des problèmes posés par l'étude des êtres vivants en place dans la biosphère, l'élève sera donc mis en présence des divers objectifs de l'enseignement des Sciences naturelles.

La priorité donnée en classe de seconde aux savoir-faire ne saurait donc exclure l'acquisition d'un certain savoir convenablement structuré, rigoureux, fondé sur le concret et conduisant néanmoins à un certain niveau d'abstraction. L'acquisition de l'attitude scientifique, favorisant l'accession de l'élève à l'autonomie, passe par des progrès suffisants sur l'ensemble des objectifs.

L'enseignement en classe de seconde se propose :

- d'une part la sensibilisation, l'incitation, l'initiation des élèves par une découverte et une approche du monde vivant et de son environnement,

- en même temps, l'acquisition progressive de connaissances organisées et structurées au niveau convenable.

L'élève sera ainsi rendu plus capable d'un choix responsable qu'il exercera, guidé par les avis du professeur. Celui-ci attachera donc une grande importance à l'observation de chaque élève, de l'évolution de ses capacités intellectuelles, du développement de sa personnalité, des désirs qu'il exprime.

Les progrès de chaque élève seront donc soigneusement suivis grâce à des systèmes d'évaluation appropriés. La synthèse de ces observations ne prendra toute sa valeur qu'une fois associée à celles des autres membres de l'équipe éducative.

Les sujets étant essentiellement concrets, les meilleurs efforts seront accomplis pour replacer les élèves dans la réalité pratique, tant grâce aux sorties sur le terrain, indispensables à divers moments de l'année, que par l'utilisation des substituts du réel. La variété des documents offerts à l'analyse est facteur d'intérêt; cartes de toute nature, photographies, graphes, résultats expérimentaux, textes scientifiques, etc. peuvent être utilisés. Il est souhaitable que certains d'entre eux, reproduits avec soin, demeurent la propriété de l'élève et fassent pénétrer l'image du réel dans les cahiers-classeurs jalonnant ainsi la trace des démarches suivies.

L'environnement de l'élève mérite d'être particulièrement soigné. Élevages et cultures apportent une parcelle de nature dans la classe et assurent ainsi des observations directes. L'affichage de documents peut compléter la prise de conscience par l'élève de l'ampleur et de l'intérêt général de la discipline; il peut s'effectuer dans de multiples directions en fonction d'objectifs diversifiés :

- présentation d'êtres vivants logiquement groupés;

- présentation d'informations importantes sur le monde moderne et sur les activités professionnelles concernant les naturalistes.

La classe peut participer à la recherche et à l'organisation des documents sur un sujet donné selon les indications fournies collectivement.

Des travaux personnels peuvent prolonger l'action en classe. Fondés sur des moyens de documentation individuels ou collectifs, ils peuvent être, pour l'élève, l'occasion de mettre en œuvre les méthodes apprises et d'adopter, lors de son activité indépendante, les attitudes du naturaliste.

Si l'établissement le permet, des séances de travail sur des points déterminés s'appuieront sur l'emploi des ressources de l'informatique.

Les formes d'évaluation les mieux adaptées à chaque classe sont à rechercher. Plutôt que le devoir trimestriel d'une heure, seront organisés de courts exercices de contrôle comportant l'analyse et l'interprétation de documents nouveaux de préférence à la récitation d'un savoir récemment mémorisé. Le plus souvent, cependant, l'évaluation sera intégrée : c'est ainsi qu'une courte séquence de classe, normalement située dans la progression, sera parcourue par chaque élève individuellement, à l'aide des méthodes et des savoirs antérieurement acquis. Les séquences d'évaluation pouvant s'intégrer à tous les moments et à tous les niveaux de la progression, les capacités ainsi appréciées seront des plus variées : en complément de cette formeursive d'évaluation, les capacités de communication des élèves seront éduquées par des exercices visant à développer et exercer leurs capacités de synthèse.

CONTENUS

Le programme se propose de sensibiliser les élèves aux problèmes posés par le monde vivant et de les inciter à s'y intéresser en s'engageant eux-mêmes. Réinvestissant les acquis du premier cycle, il s'en démarque par son caractère plus général et par la place qu'il donne à l'Homme au cœur des problèmes biologiques. Il est ouvert sur l'avenir, puisque les acquis méthodologiques et cognitifs pourront être réinvestis dans les études ultérieures de ceux qui s'orienteront vers les sections scientifiques, ou contribuera à la culture générale de ceux qui choisiront les sections littéraires ou technologiques.

Sa formulation permet à chacun de s'adapter à la situation locale et de choisir librement ses exemples et son cheminement.

Fondé essentiellement sur l'observation des manifestations des comportements et des fonctions d'êtres vivants en place dans leur milieu, il amènera le professeur à dégager la notion d'être vivant et à déterminer ses diverses relations possibles avec l'environnement minéral ou biologique.

C'est dire que les sujets proposés ne visent pas à l'étude exhaustive et prématurée des fonctions et des relations pour elles-mêmes mais que les démarches suivies conduisent à la prise de conscience de leur existence. Au terme de la classe de seconde l'élève doit :

- avoir une idée nette de ce qui différencie l'être vivant du monde inanimé,

- avoir découvert la nature des relations entre les êtres vivants et le milieu, des êtres vivants entre eux, au sein de l'écosystème, et avoir compris la notion d'équilibre naturel,

- avoir acquis la notion de dynamisme d'un écosystème face à l'intervention des différents facteurs, plus ou moins fluctuants,
- avoir pris conscience de la nature et de la puissance des interventions positives ou négatives de l'Homme.

L'ampleur de telles ambitions n'est pas incompatible avec des études ne débordant pas les milieux proches, facilement accessibles aux élèves. Aussi les milieux choisis pour la découverte de quelques problèmes biologiques, physiologiques et écologiques posés par les êtres vivants pourront être, selon les circonstances locales, forêt, prairie, étang, bord de mer.

INVENTAIRE ET RÉPARTITION DES FORMES VIVANTES RENCONTRÉES

L'investigation des milieux réalisée à l'aide de documents variés retraçant l'enchaînement spontané des différentes étapes d'un travail sur le terrain, elle conduira à la découverte:

- 1) de l'existence de diverses formes vivantes non réparties au hasard,
- 2) de certaines relations immédiatement perceptibles, entre ces formes et le milieu d'une part, entre elles-mêmes d'autre part,
- 3) de facteurs pouvant intervenir dans leur répartition.

L'inventaire et l'étude des formes vivantes rencontrées dans le milieu seront à la fois suffisamment étoffés pour qu'apparaissent nettement les diverses répartitions, relations, manifestations de fonctions, tout en évitant d'être exhaustifs et encyclopédiques.

L'utilisation d'une flore et d'une faune locales simples, au besoin réalisée au laboratoire de Sciences naturelles, permettra aux élèves de prendre conscience de la diversité de l'organisation des formes rencontrées et de leur place systématique.

Cette première phase d'investigation conduit à la découverte d'une répartition structurée dans l'espace en attendant que soit abordé le problème de son évolution chronologique.

FACTEURS INTERVENANT DANS LEUR RÉPARTITION

Relations entre les êtres vivants et leur milieu de vie

La découverte de diverses associations animales et végétales différemment réparties dans les milieux étudiés amène à s'interroger sur les facteurs en cause dans cette répartition. L'existence de facteurs climatiques, édaphiques et biotiques est ainsi décelée et leur rôle sera précisé à partir de l'examen des caractéristiques d'un nombre limité d'exemples.

L'étude des facteurs édaphiques est ici limitée à celle d'un sol choisi parmi ceux rencontrés; elle met en évidence:

- l'influence de la nature de la roche-mère,
- le rôle des facteurs physiques et chimiques liés au climat,
- le rôle de la faune, de la flore et des microorganismes de la litière dans la formation du sol (premières notions sur les décomposeurs).

L'influence des facteurs climatiques sur les répartitions observées sera d'abord analysée; on l'associera ensuite à l'intervention des facteurs édaphiques pour assurer une première compréhension, partielle encore, des relations entre les êtres vivants et les caractères physiques et chimiques du milieu.

Ces relations seront approfondies lorsque seront mieux connus les facteurs biotiques, objet des chapitres ultérieurs. Ainsi sera dégagée progressivement la notion d'unité de la vie et d'unité de la biosphère.

Relations interspécifiques - Relations intraspécifiques

Les relations interspécifiques seront perçues avant les relations intraspécifiques. On s'attachera à la découverte de la compétition entre espèces animales et végétales. On sera ensuite conduit à examiner, à partir des faits rencontrés, quelques exemples de relations plus étroites telles que mutualisme, commensalisme, parasitisme, symbiose.

L'étude des relations intraspécifiques permettra d'appréhender la concurrence - et parfois la coopération - entre individus pour le territoire, la concurrence pour la reproduction, l'existence de groupements d'individus de même espèce, depuis la simple coexistence jusqu'à la société, s'il s'en présente dans le milieu étudié.

Des exercices portant sur des relations non décelées dans le milieu choisi pourront permettre d'évaluer la compréhension des phénomènes, de compléter les connaissances et de faciliter les généralisations.

Relations trophiques dans les écosystèmes

Les relations trophiques, avec l'établissement des réseaux alimentaires, tiendront une place particulièrement importante et aboutiront à la notion de transfert de matière.

L'étude de la production primaire est l'occasion d'approfondir les relations entre les végétaux verts et le milieu : relations avec le sol et avec l'atmosphère en liaison avec la photosynthèse. Celle-ci ne sera pas traitée des points de vue cytophysiologique et biochimique réservés aux années ultérieures; elle sera abordée en partant des rendements forestiers, agronomiques, piscicoles... La nécessité du dioxyde de carbone, de la lumière, source d'énergie, et de la chlorophylle pour la production de la matière organique sera montrée grâce à la démarche expérimentale; ce sera l'occasion de redire la nature carbonée de la matière organique sans dépasser le niveau biochimique acquis en classe de troisième. L'efficacité de l'assimilation chlorophyllienne sera appréciée par la productivité du milieu en matière organique.

Les différents niveaux de consommation primaire, secondaire, tertiaire seront alors établis, en même temps que la notion de production secondaire. Ainsi l'action des décomposeurs se trouve-t-elle liée à la consommation, à la formation et à l'évolution des sols. Une esquisse du cycle du carbone trouvera alors sa place naturelle.

L'étude de l'équilibre production-consommation dans l'écosystème permet d'introduire la notion de biomasse et de pyramide des biomasses.

L'étude de la consommation conduit à la découverte de la respiration et de la fermentation; celles-ci ne seront pas non

plus envisagées des points de vue cytophysiologique et biochimique mais présentées comme des processus transformateurs d'énergie. Par rapport à la respiration, les fermentations seront caractérisées par l'existence d'un résidu organique. Dans la mesure où ce résidu carboné est peu altérable par le milieu et les êtres vivants, stockable et fossilisable, une ouverture sur les sources d'énergie carbonées du monde actuel est à envisager.

Les données relatives à l'énergie, envisagées au niveau des connaissances acquises en Sciences physiques, permettront d'introduire la notion de pyramide de l'énergie.

Équilibres dans les écosystèmes

Toutes les études précédentes concourent à la prise de conscience et à la compréhension des équilibres existant dans les écosystèmes, équilibres dont le caractère dynamique sera souligné. Une conception synthétique et fonctionnelle de l'écosystème s'élabore alors, qui permet de généraliser à la biosphère ensuite.

Des actions humaines auront déjà été décelées dès l'investigation du milieu. La place de l'Homme dans les équilibres naturels, son rôle dans leur rupture ou leur maintien seront développés ici. Le professeur pourra alors faire comprendre la nécessité et la possibilité d'un comportement lucide et raisonné dans la gestion des ressources naturelles, dans l'aménagement et la protection de la nature.

Les conclusions tirées montreront que ce comportement doit se situer dans une perspective dynamique, prenant en compte, au-delà des vues humaines du moment, l'évolution inéluctable de la planète. Ainsi sera, une nouvelle fois, valorisée l'attitude scientifique.

* * * * *

Programme de Sciences naturelles des classes de premières (rentrée 1982)

CLASSE DE PREMIÈRE A

I.- Relations de l'organisme avec le milieu extérieur

- Analyse de quelques réactions comportementales de l'Homme, importance et variété des stimuli.
- L'activité réflexe.
- Un exemple élémentaire, les réflexes médullaires de flexion chez la Grenouille et chez les Mammifères. Les structures histologiques correspondantes.
- Diversité des réflexes.
- Les réflexes conditionnels.
- Les fonctions sensorielles: un exemple, la vision.
- Généralisation: sensation, perception.
- La motricité volontaire.
- L'activité cérébrale.

II.- Quelques aspects des fonctions de nutrition chez l'Homme.

A. Alimentation et consommation

- Digestion des aliments: simplification moléculaire; notion d'enzyme.
- La respiration: échanges gazeux respiratoires au niveau des poumons et des cellules; existence d'enzymes respiratoires.

B. L'unité physiologique de l'organisme.

- Un exemple d'adaptation fonctionnelle: les modifications réflexes du rythme cardiaque.
- Un exemple de régulation: constance de la glycémie.

III.- Reproduction et hérédité.

A. La reproduction sexuée chez l'Homme.

- Les gamètes: formation, caractères.
- Les cycles sexuels et leur déterminisme.
- La fécondation.
- La gestation; relations entre organisme maternel et embryon.

B. La reproduction conforme.

- Les étapes de la mitose.
- Les chromosomes.
- L'A.D.N.

C. L'hérédité.

- Lois statistiques de la transmission des caractères héréditaires.
- Mécanisme chromosomique de l'hérédité.
- Le code génétique.
- L'hérédité chez l'Homme.

IV.- L'évolution des êtres vivants.

- H Quelques faits établissant la notion d'évolution.

H

Instructions

L'enseignement des Sciences naturelles en classe de Première A doit être accordé aux caractéristiques des élèves de cette section. Après une prise de contact avec les Sciences expérimentales en classe de Seconde, les élèves orientés vers la classe de Première A sont destinés à des activités intellectuelles dans lesquelles le domaine scientifique n'est pas déterminant, et exerceront des professions pour lesquelles la formation et la culture scientifiques ne sont pas prépondérantes.

En Première A, l'information scientifique proposée aux élèves doit donc être limitée, sans devenir pour autant superficielle. L'étude de l'aspect qualitatif des phénomènes prendra le pas sur les études quantitatives. Les caractères de l'enseignement des Sciences naturelles dans cette classe obligent cependant le professeur à rechercher l'équilibre nécessaire entre les quatre parties du programme.

Cette information scientifique s'ordonne aussi selon des niveaux d'observation, d'analyse et de compréhension bien définis. Il est souhaitable que le professeur guide l'élève dans cette quête du savoir scientifique montrant comment un même phénomène, une même fonction, peuvent être saisis et expliqués par des reprises successives d'études bien articulées menant de l'organisme à l'organe, à la cellule, voire à la molécule.

De plus, au moment où l'évolution psychologique de l'élève l'amène à une certaine intériorisation, il est légitime que l'information scientifique dispensée en classe satisfasse des curiosités et s'appuie sur l'intérêt porté par l'adolescent au fonctionnement de son propre corps.

Enfin, compte tenu du cursus scolaire de l'élève de la section A de la Seconde à la Terminale, il est nécessaire que l'enseignement des sciences naturelles prépare le développement de liaisons interdisciplinaires soit avec la psychologie (étude de l'activité nerveuse), soit avec la philosophie (étude de l'hérédité, étude de l'évolution des êtres vivants)...

Ce souci d'une information équilibrée de l'élève de Première A doit conduire à la satisfaction d'exigences éducatives d'ordre élevé. La contribution du professeur naturaliste à l'éducation de l'esprit de l'élève résultera de la pratique de méthodes de travail et de raisonnement spécifiques, de l'apprentissage de l'attitude scientifique. Cet apprentissage devra privilégier le respect des faits biologiques, conduire à la distinction entre l'argument et la preuve, conseiller la réserve devant la certitude génératrice de dogmatisme. Cet apprentissage montrera aussi comment la science conduit par la démarche expérimentale et le raisonnement inductif à une accession prudente à des vérités partielles provisoires, révisables.

Ainsi, le professeur de Sciences naturelles aura-t-il la satisfaction d'avoir contribué par une pratique pédagogique concertée, à la formation et au développement de l'esprit critique de l'élève de Première A.

LES CONTENUS

Les quatre chapitres du programme échantillonnent quelques aspects du savoir scientifique dans les domaines de la physiologie animale, de la biologie cellulaire ou de la biologie générale.

Toute liberté est laissée au professeur pour organiser l'étude de ces chapitres à son gré. Toutefois la répartition annuelle des leçons doit assurer, à la fois, une couverture satisfaisante de l'ensemble du programme en même temps qu'une articulation aussi logique que fructueuse des séances de travaux pratiques et des cours.

I. - Relations de l'organisme avec le milieu extérieur.

Tout au long de ce chapitre, le professeur aura le double souci de montrer comment l'activité nerveuse concourt à l'intégration de l'organisme au milieu extérieur et en quoi cette intégration résulte d'un équilibre entre l'activité extrinsèque et l'activité intrinsèque du système nerveux.

Analyse de quelques réactions comportementales de l'Homme.

Il s'agit de procéder tout d'abord à l'observation objective de l'ensemble des réactions de l'Homme consécutives à un stimulus (réactions provoquées par la présentation d'un repas, réactions à l'audition d'un bruit bref et intense, etc). Ensuite on s'attachera à faire prendre conscience de l'importance des stimuli en provenance du milieu extérieur et de l'importance de leur perception pour l'intégration de l'organisme au milieu extérieur. L'étude des récepteurs spécialisés est hors du programme.

L'activité réflexe.

L'observation et l'analyse d'un réflexe médullaire de flexion chez la Grenouille conduiront à la notion d'arc réflexe ainsi qu'à la description des supports anatomiques et histologiques intervenant dans l'activité réflexe.

L'étude expérimentale simple sera l'occasion de l'observation des structures macroscopiques et microscopiques du système nerveux. L'étude des réflexes médullaires de flexion chez les Mammifères fournira l'occasion d'illustrer la diversité des réflexes.

L'étude des réflexes conditionnels restera aussi concrète et aussi simple que possible. Les moyens et méthodes pédagogiques employés sont laissés à l'initiative des professeurs.

Les fonctions sensorielles.

L'étude optique de l'œil, l'étude histologique de la rétine, l'analyse de rétinogrammes feront l'objet de séances de travaux pratiques qui prépareront les leçons sur la vision et la généralisation conduisant à la notion d'appareil sensoriel.

L'activité cérébrale.

On fera pressentir la complexité de la physiologie du cortex cérébral en conduisant les élèves à cerner les notions de sensation, de perception et celle de motricité volontaire.

Si le niveau de la classe l'y incite le professeur pourra élargir et approfondir l'information des élèves dans ce domaine tout en se cantonnant au domaine de la physiologie.

II. — Quelques aspects des fonctions de nutrition chez l'Homme.

A. Alimentation et consommation.

En seconde, la différence entre l'être vivant et le monde inanimé a été soulignée; de même les notions de consommation et de processus transformateurs d'énergie ont conduit à la découverte des relations matérielles et énergétiques reliant les êtres vivants à l'intérieur d'un écosystème.

En 1^e A, l'étude de l'alimentation et de la consommation est reprise dans le cadre de la physiologie de l'organisme vivant, l'Homme. Cette étude permettra de caractériser l'activité de l'être vivant dans le domaine métabolique, de définir la notion d'enzyme et de montrer le mode d'action et la variété du rôle de ces enzymes. Ce passage du niveau de l'organisme au niveau cytotologique fournira l'occasion de montrer comment l'interprétation de fonctions comme l'alimentation ou la respiration grâce à l'apport de données cytophysiologiques ou biochimiques mènera l'élève à une conception aussi rigoureuse que possible des phénomènes vitaux.

B. L'unité physiologique de l'organisme.

Les deux questions inscrites au programme rendront possibles l'approche de la notion d'être vivant sous un éclairage différent.

L'être vivant sera présenté comme un ensemble de systèmes interdépendants dont chacun est capable de réagir soit à des stimuli en provenance du milieu extérieur, soit à des variations intrinsèques de ce même système ou des systèmes voisins. Ce pouvoir de réaction de l'être vivant est l'une des propriétés de tout organisme favorisant son adaptation au milieu extérieur. L'adaptation du rythme cardiaque étudiée de manière expérimentale, après la constatation de l'automatisme du fonctionnement du cœur, débouchera sur ces notions de réactions et d'adaptation.

L'exemple de régulation choisi, illustré par des faits expérimentaux simples, permettra de souligner les interrelations qui peuvent s'établir à l'intérieur d'un être vivant, de montrer l'importance de la notion de milieu intérieur et de souligner que les propriétés de l'être vivant, comme son pouvoir de conservation de son unité et de son intégrité, en font un être tout différent des objets inanimés constituant le monde minéral support du milieu extérieur dans lequel subsiste tout être vivant.

III. — Reproduction et hérédité

A. La reproduction sexuée chez l'Homme.

La formation des gamètes sera présentée à partir de l'étude anatomique et histologique des organes génitaux de l'espèce humaine. L'étude de l'ovule et du spermatozoïde permettra au professeur de diversifier les connaissances de l'élève dans le domaine cytotologique. Les caractères des noyaux des gamètes seront abordés de manière progressive dans les chapitres suivants:

Les cycles sexuels chez la Femme seront étudiés sans détails superflus; cette étude conduira à l'acquisition de la notion de relation hormonale ;

La fécondation: ce phénomène sera abordé à partir d'exemples empruntés au règne animal et au règne végétal. Les caractères morphologiques et physiologiques de la fécondation ainsi dégagés, le professeur décrira la fécondation dans l'espèce humaine sans s'appesantir sur l'ensemble des comportements préparant cette fécondation ;

La gestation: cette question permettra essentiellement de faire ressortir les caractères particuliers des relations s'établissant entre l'organisme maternel et l'embryon pendant la gestation.

B. La reproduction conforme.

Les étapes de la mitose. Les chromosomes. L'ADN.

Ces trois leçons seront construites à partir de l'exploitation de données empruntées au règne animal, comme au règne végétal. Ces leçons devront faire comprendre la notion de formule chromosomique, mettre en évidence le maintien de la formule chromosomique pendant la reproduction conforme de la cellule; les études structurales des chromosomes prépareront le passage à une description sommaire de la molécule de l'ADN et la mise en évidence des propriétés essentielles de cette molécule (duplication, réplication)

C. L'hérédité.

Lois statistiques de la transmission des caractères héréditaires.

À partir d'exemples simples le professeur caractérisera les notions d'hybridation, définira nettement les termes les plus usuels du vocabulaire de la génétique, et montrera comment ont été établies les lois de l'hybridation ou «lois de Mendel ». Un usage limité et raisonné des outils mathématiques appropriés conduira l'élève de 1^e A à découvrir la genèse et les traits spécifiques d'une loi scientifique, comme le chapitre IV montrera comment se fonde une théorie scientifique.

Mécanisme chromosomique de l'hérédité.

Il sera expliqué par une présentation adéquate du phénomène de la méiose.

Le code génétique.

Sa présentation illustrera et fondera la notion de gène.

L'hérédité chez l'Homme.

On se limitera à l'étude de quelques exemples : gènes autosomiques. Un cas d'hérédité liée au sexe.

IV. - L'évolution des êtres vivants.

Le rapprochement de données fournies par diverses disciplines fondera l'idée d'évolution. Cette étude permettra au professeur de montrer comment a été conduite la construction critique des théories de l'évolution.

CLASSE DE PREMIÈRE B

I. - Les transformations de matière chez les êtres vivants

- La production de matière par les végétaux chlorophylliens.

Notions de production primaire.

- L'alimentation des animaux: la couverture des besoins matériels et énergétiques.

- L'utilisation des aliments.

- La digestion des aliments: simplification moléculaire; Notion d'enzyme.

- La respiration: échanges gazeux respiratoires. Intensité et quotient respiratoires. Existence d'enzymes respiratoires.

II. - Relations de l'organisme avec le milieu extérieur

- Analyse de quelques réactions comportementales de l'Homme. Importance et variété des stimuli.
- Les fonctions sensorielles: un exemple, la vision.
- Généralisation: sensation, perception.
- La motricité volontaire.
- L'activité réflexe: un exemple élémentaire, les réflexes médullaires de flexion chez la grenouille et chez les Mammifères.
- Les structures histologiques correspondantes.
- Diversité des réflexes.
- Les réflexes conditionnels.
- L'activité cérébrale.

III. - Reproduction et hérédité

A.- *La reproduction sexuée chez l'Homme*

- Les gamètes: formation, caractères.
- Les cycles sexuels et leur déterminisme.
- La fécondation.
- La gestation; relations entre organisme maternel et embryon.

B. - *La reproduction conforme*

- Les étapes de la mitose.
- Les chromosomes.
- L'A.D.N.

C. - *L'hérédité*

- Lois statistiques de la transmission des caractères héréditaires.
- Mécanisme chromosomique de l'hérédité.
- Le code génétique.
- L'hérédité chez l'Homme.

INSTRUCTIONS

Au terme de la scolarité en classe de seconde de détermination, l'orientation vers la classe de première B a pris en compte un intérêt particulier pour l'étude des faits et phénomènes économiques ainsi que des aptitudes suffisantes pour l'emploi des outils mathématiques. L'enseignement des Sciences naturelles doit contribuer à la formation générale de l'élève de première B tout en lui permettant d'accéder à des objectifs spécifiques.

En Première B, l'information scientifique dispensée aux élèves permettra de privilégier les études quantitatives à l'occasion par exemple de l'étude de la transformation de la matière chez les êtres vivants.

Cette information s'ordonnera, comme en Première A, selon des degrés d'observation, d'analyse et de compréhension bien définis. Le professeur aura le souci de montrer comment le savoir scientifique s'organise selon des plans différents allant du niveau de la Biosphère, à celui de l'écosystème, puis à ceux de l'organisme, de l'organe, de la cellule, voire de la molécule.

Cette compréhension des phénomènes biologiques pris à des niveaux variés affinera l'appréciation des différences entre l'être vivant et le monde inanimé.

Il est légitime aussi que cette information scientifique satisfasse des curiosités et s'appuie sur l'intérêt porté par l'adolescent à la physiologie de son propre organisme.

Mais la prise en considération des particularités de l'enseignement en Première B doit conduire le professeur à mettre l'accent sur des thèmes d'études susceptibles de préparer l'élève de cette classe à des carrières de gestion des patrimoines naturels.

Enfin les Sciences biologiques doivent favoriser le développement de liaisons interdisciplinaires avec les Sciences économiques, la géographie humaine et économique, sans interférer avec les domaines propres de ces disciplines.

Comme dans toutes les classes de Lycée l'information scientifique doit soutenir la formation intellectuelle de l'élève. En premier lieu le professeur naturaliste contribuera à l'apprentissage de l'attitude scientifique, apprentissage dont les modalités sont rappelées à l'occasion de la présentation du programme de Première A.

Plus spécifiquement, en Première B, le professeur de sciences naturelles s'attachera à bien mettre en relief les particularités des démarches expérimentales des Sciences Biologiques. Il ne manquera pas de souligner l'importance de la recherche des variables multiples dont l'intervention influence le déroulement de tout phénomène biologique. En outre le professeur de Sciences naturelles insistera sur la nécessité des observations ou des expériences répétées pour prévenir l'influence défavorable des facteurs individuels au moment des généralisations, pouvant prendre forme de lois scientifiques.

Enfin, le professeur de Sciences naturelles recherchera toutes les occasions d'initier ses élèves à l'élaboration de synthèses prenant en compte les connaissances acquises dans les trois domaines figurant au programme de la classe.

Ainsi, dans le domaine qui lui est proposé, le professeur de Sciences naturelles aura-t-il la satisfaction d'avoir préparé ses élèves à la pratique prudente de l'extrapolation qui conduit fréquemment le spécialiste du secteur tertiaire du domaine scientifique au domaine économique et d'avoir ainsi contribué à l'éducation de leur esprit critique.

CONTENUS

Toute liberté est laissée au professeur pour organiser l'étude des trois chapitres figurant au programme de la classe. Toutefois, la répartition annuelle des leçons doit assurer, à la fois, une couverture satisfaisante de l'ensemble du programme en même temps qu'un passage logique d'un niveau de compréhension des phénomènes au niveau suivant.

Il va sans dire, enfin, que l'approche de toute question se fera d'abord au cours d'une séance de Travaux pratiques qui fournira une base concrète sur laquelle s'édifiera le cours correspondant,

I.— Les transformations de matière chez les êtres vivants:

La nécessaire dynamique de ce thème d'étude sera déterminée puis assurée par une présentation des phénomènes essentiels se situant dans une perspective métabolique.

La production de matière par les végétaux chlorophylliens:

Cette étude devra prendre en compte les acquis de la classe de Seconde afin d'en permettre l'approfondissement.

Les modalités de la production de matière seront successivement décrites et expliquées d'abord au niveau du végétal chlorophyllien puis à celui de la cellule chlorophyllienne. Ces études fourniront l'occasion de présenter des protocoles expérimentaux, d'établir des relations simples entre les étapes des synthèses chlorophylliennes et l'organisation cellulaire, de compléter les connaissances des élèves en biochimie.

La notion de production primaire conduira de la synthèse initiale d'un glucide s'opérant dans la cellule chlorophyllienne aux synthèses organiques subséquentes s'effectuant dans toutes les autres cellules du végétal

L'alimentation des animaux:

Sans négliger l'illustration des termes essentiels du vocabulaire de la diététique et de la physiologie de la digestion, le professeur s'attachera à la présentation et l'exploitation systématiques de bilans matériels et énergétiques. Il soulignera avec force les interrelations entre les autotrophes et les hétérotrophes afin d'enrichir les notions acquises en Seconde sur les interrelations trophiques s'établissant entre les êtres vivants. L'esquisse d'un cycle de la matière (cycle du carbone, par exemple) pourra être envisagé dans le souci d'entraîner les élèves de Première B à la généralisation et à la synthèse.

L'utilisation des aliments:

Ce paragraphe ne saurait conduire ni à un catalogue des résultats de la digestion, ni à une monographie sur les enzymes. L'étude expérimentale de deux hydrolyses, suivie d'exercices portant sur divers aliments simples doit permettre la découverte, au niveau convenable, des propriétés des enzymes et conduire aux généralisations suggérées sous le titre «simplification moléculaire». Aucun développement n'interviendra à propos de l'absorption, qui sera seulement définie, mais distinguée de l'assimilation.

L'étude expérimentale de la respiration se fera à l'échelle de l'organisme, des tissus et de la cellule. Les grandes lignes du mécanisme des oxydations cellulaires seront indiquées, et l'intervention des enzymes respiratoires sera soulignée.

II. - Relations de l'organisme avec le milieu extérieur:

Tout au long de ce chapitre, le professeur aura le double souci de montrer comment l'activité nerveuse concourt à l'intégration de l'organisme au milieu extérieur et en quoi cette intégration résulte d'un équilibre entre l'activité extrinsèque et l'activité intrinsèque du système nerveux.

Analyse de quelques réactions comportementales de l'Homme.

Il s'agit de procéder d'abord à l'observation objective de l'ensemble des réactions de l'Homme consécutives à un stimulus (réactions provoquées par la présentation d'un repas, réactions à l'audition d'un bruit bref et intense, etc.). Ensuite on s'attachera à faire prendre conscience de l'importance des stimuli en provenance du milieu extérieur et de l'importance de leur perception pour l'intégration de l'organisme au milieu extérieur. L'étude des récepteurs sensoriels spécialisés est hors du programme.

L'activité réflexe.

L'observation et l'analyse d'un réflexe médullaire de flexion chez la Grenouille conduiront à la notion d'arc réflexe ainsi qu'à la description des supports anatomiques et histologiques intervenant dans l'activité réflexe.

L'étude expérimentale simple sera l'occasion de l'observation des structures macroscopiques et microscopiques du système nerveux. L'étude des réflexes médullaires de flexion chez les Mammifères fournira l'occasion d'illustrer la diversité des réflexes.

L'étude des réflexes conditionnels restera aussi concrète et aussi simple que possible. Les moyens et méthodes pédagogiques employés sont laissés à l'initiative des professeurs.

Les fonctions sensorielles

L'étude optique de l'œil, l'étude histologique de la rétine, l'analyse de rétinogrammes feront l'objet de séances de travaux pratiques qui prépareront les leçons sur la vision et la généralisation conduisant à la notion d'appareil sensoriel.

L'activité cérébrale.

On fera pressentir la complexité de la physiologie du cortex cérébral en conduisant les élèves à cerner les notions de sensation, de perception et celle de motricité volontaire.

Si le niveau de la classe l'y incite le professeur pourra élargir et approfondir l'information des élèves dans ce domaine tout en se cantonnant au domaine de la physiologie.

III. - Reproduction et Héritéité.

A.- La reproduction sexuée chez l'Homme:

La formation des gamètes sera présentée à partir de l'étude anatomique et histologique.

Des organes génitaux de l'espèce humaine. L'étude de l'ovule et du spermatozoïde permettra au professeur de diversifier

les connaissances de l'élève dans le domaine cytologique.

Les caractères des noyaux des gamètes seront abordés de manière progressive dans les chapitres suivants.

Les cycles sexuels chez la Femme seront étudiés sans détails superflus; cette étude conduira à l'acquisition de la notion de la relation hormonale.

La fécondation : ce phénomène sera abordé à partir d'exemples empruntés au règne animal et au règne végétal. Les caractères morphologiques et physiologiques de la fécondation ainsi dégagés, le professeur décrira la fécondation dans l'espèce humaine sans s'appesantir sur l'ensemble des comportements préparant cette fécondation.

La gestation : cette question permettra essentiellement de faire ressortir les caractères particuliers des relations s'établissant entre l'organisme maternel et l'embryon pendant la gestation.

B. - La reproduction conforme:

Les étapes de la mitose. Les chromosomes. L'ADN.

Ces trois leçons seront construites à partir de l'exploitation de données empruntées au règne animal, comme au règne végétal. Ces leçons devront faire comprendre la notion de formule chromosomique, mettre en évidence le maintien de la formule chromosomique pendant la reproduction conforme de la cellule; les études structurales des chromosomes prépareront le passage à une description sommaire de la molécule de l'ADN et à la mise en évidence des propriétés essentielles de cette molécule (duplication, réplication).

C. - L'hérédité:

Lois statistiques de la transmission des caractères:

À partir d'exemples simples le professeur caractérisera les notions d'hybridation, définira nettement les termes les plus usuels du vocabulaire de la génétique, et montrera comment ont été établies les lois de l'hybridation ou «lois de Mendel ». Un usage limité et raisonné des outils mathématiques appropriés conduira l'élève de première B à découvrir la genèse et les traits spécifiques d'une loi scientifique.

Mécanisme chromosomique de l'hérédité:

Il sera expliqué par une présentation adéquate du phénomène de la méiose.

Le code génétique.

Sa présentation illustrera et fondera la notion de gène.

L'hérédité chez l'Homme:

On se limitera à l'étude de quelques exemples: gènes autosomiques, un cas d'hérédité liée au sexe.

CLASSE DE PREMIÈRE S

I. - Les transformations de la matière chez les êtres vivants: production et consommation

A. - La production de matière par les végétaux chlorophylliens.

- Absorption d'eau et de substances minérales.
- La production de matières organiques.
- L'origine du carbone de la matière organique: les échanges chlorophylliens.
- La chlorophylle et ses propriétés.
- La notion de production primaire.

B. - L'alimentation des animaux.

- 1- Diversité des comportements alimentaires.
 - Composition de quelques aliments. Aliments composés et aliments simples.
 - Besoins alimentaires qualitatifs.
- 2- Digestion des aliments. Catalyse enzymatique. Simplification moléculaire.
 - Destinée des produits de la digestion.

C. - Consommation par les êtres vivants.

- La respiration: échanges respiratoires; intensité et quotient respiratoires.
- Les fermentations.
- Libération d'énergie.

D. - L'alimentation rationnelle de l'Homme.

- Dépenses énergétiques et besoins nutritionnels. Bilan énergétique. Métabolisme basal. Rations alimentaires.

E. - Un exemple de relation entre les êtres Vivants et leur milieu.

- Rôles et dépendance des végétaux, des animaux et des bactéries dans la transformation des substances.
- Esquisse du cycle du carbone et du cycle de l'azote.

II. - Géologie.

A. - Constitution du Globe terrestre.

1. - Diversité des roches prises dans un ensemble régional.
 - Quelques types de roches sédimentaires. Leur milieu de genèse.
 - Quelques exemples de roches magmatiques. Leurs modes de gisement.
 - Quelques exemples de roches métamorphiques. Leurs gisements.
2. - Les manifestations des forces internes du globe terrestre.
 - Volcanisme, sismicité. Structure du globe terrestre.
 - Formation des chaînes de montagne et évolution des fonds océaniques. La tectonique des plaques.

B. - Les ressources naturelles.

- Roche, sol et végétation.
- Les minerais métalliques, gisement et origine.
- Les roches carbonées. Fossilisation de l'énergie solaire.
- Les gisements de l'eau.

INSTRUCTIONS

À l'issue de leur classe de Seconde, les élèves de Première scientifique ont effectué le choix motivé de leur section. Le moment est venu de leur proposer un programme qui mette en oeuvre pleinement les méthodes et les moyens de l'enseignement des Sciences naturelles.

Ce programme comporte deux ensembles. L'un, consacré aux Sciences biologiques, est en continuité avec le programme de l'année précédente car il envisage les phénomènes au niveau de l'organisme alors qu'ils ont été abordés au niveau des écosystèmes en classe de seconde; l'autre est consacré à l'examen des aspects synthétiques essentiels des Sciences de la Terre.

À la première partie qui comporte l'étude des transformations de matière chez les êtres vivants, seront accordés les 2/3 de l'horaire annuel; à la seconde, le tiers restant.

Un tel programme permet d'atteindre simultanément aussi bien les objectifs de connaissances que ceux de méthode, assurant ainsi une formation cohérente de l'esprit scientifique des élèves. À l'acquisition d'un savoir solide et structuré sans lequel l'enseignement en classe Terminale n'est pas concevable, s'associera intimement le développement des qualités et des aptitudes: sens du concret, imagination créatrice, raisonnement logique, goût de l'abstraction.

L'obligation d'atteindre de tels objectifs ne saurait aliéner la liberté de chaque professeur de choisir les cheminements et les divers modes d'exposition convenant tant à la propre personnalité qu'au comportement de chaque groupe d'élèves.

Au terme de l'année, viendra le moment du choix important et délicat d'une section C ou D, de la classe Terminale. L'orientation sera fondée sur une observation continue de chaque élève et de ses progrès. Cette observation permettra au professeur autant d'évaluer le niveau des indispensables connaissances que déceler les aptitudes et favoriser le développement des qualités de ceux qui vont devoir effectuer un choix raisonné de la section de Terminale répondant à leurs aspirations et à leurs capacités.

Contenus

I - Les transformations de la matière chez les êtres vivants: production et consommation.

Production et consommation ont été abordés en Seconde à partir de documents d'ensemble, telle la productivité d'une culture. Les différents facteurs intervenant dans l'autotrophie des végétaux chlorophylliens ont été mis en évidence expérimentalement à l'échelle de la population et de l'individu. La notion de matière organique a été acquise globalement. En classe de Première ces notions vont être affinées et précisées en déterminant la nature des substances organiques mises en jeu, en observant et en expérimentant jusqu'au niveau cellulaire tel que le microscope optique le révèle, le niveau ultrastructural et biomoléculaire étant réservé aux classes Terminales.

A - La production de matière par les Végétaux chlorophylliens

Les observations et les expérimentations concernant l'absorption partent du Végétal entier et vont au niveau du poil absorbant, c'est à dire au niveau cellulaire. C'est l'occasion d'une première approche des constituants morphologiques fondamentaux de la cellule, de l'observation d'un phénomène vital à ce niveau. Si l'absorption de substances pourra être constatée au niveau cellulaire, les mécanismes toniques et l'intervention de l'ultrastructure membranaire seront réservés à la classe Terminale.

La production de matière organique est constatée dans sa diversité; connaissances biochimiques plus détaillées (glucides, lipides, protides) sont acquises au fur et à mesure qu'elles sont ressenties comme des outils indispensables pour le naturaliste.

La destinée du dioxyde de carbone et l'origine de l'oxygène seront donc rapportées à la cellule chlorophyllienne et la chlorophylle sera localisée dans le chloroplaste, entité encore homogène au microscope optique.

C'est également à l'échelle de la feuille puis au niveau cellulaire qu'est mise en évidence la synthèse d'un premier produit organique, amidon ou saccharose. L'origine externe de l'énergie nécessaire à cette synthèse très endergonique ainsi que son absorption et son utilisation sont établies, sans atteindre le niveau électronique et ultrastructural réservé aux classes terminales.

La notion de production primaire est liée au Végétal chlorophyllien. Il convient de montrer que la synthèse initiale d'un glucide (amidon ou saccharose) est suivie, aussi bien dans la cellule chlorophyllienne d'origine que dans toutes les autres cellules, de la synthèse de toutes les substances organiques présentes dans la plante, qu'elle nécessite une circulation distributive de molécules organiques hydrosolubles et que l'ensemble de ces phénomènes constitue le moyen essentiel de produire, en abondance, de la matière organique en partant exclusivement d'éléments minéraux. La notion d'autotrophie est ainsi établie.

B. - L'alimentation des animaux.

1. - L'étude de quelques comportements alimentaires, dont celui de l'Homme, mettra en évidence les moyens de se procurer la nourriture et les différents régimes alimentaires (rappel des relations interspécifiques). Ces comportements seront explicités à la fois par la prochaine connaissance des phénomènes de la digestion et par celle de l'organisation générale (notamment l'appareil digestif) de l'Homme et des animaux cités en exemple sans pénétrer le domaine de la physiologie générale.

L'étude de la composition de quelques aliments sera l'occasion de compléter les connaissances biochimiques précédemment abordées et d'esquisser la mise en place des grandes catégories biochimiques, la biochimie des nucléoprotéines

étant toutefois réservée à la classe Terminale.

L'étude des vitamines viendra ultérieurement.

2. - Ce paragraphe ne saurait conduire ni à un catalogue des résultats de la digestion des aliments ni à une monographie sur les enzymes. L'étude expérimentale de deux hydrolyses, suivie d'exercices portant sur divers aliments simples doit permettre la découverte, au niveau nécessaire, des propriétés des enzymes et conduire aux généralisations voulues par le paragraphe «simplification moléculaire», constatant la relative monotonie et la solubilité de la majorité des produits de la digestion devant subir l'absorption. L'étude de la destinée des produits de la digestion établira nettement la distinction entre absorption et assimilation. À propos de l'absorption, on montrera à l'aide de résultats expérimentaux, sans allusion aux mécanismes cytophysiologiques, la répartition des produits de la digestion entre sang et lymphe. Le passage par le foie de la majorité d'entre eux, la mise à la disposition des cellules d'un ensemble varié mais limité de métabolites, terme dont la signification sera bien distinguée de celle d'aliments.

L'assimilation sera seulement définie, sans intervention des mécanismes.

C. - Consommation par les êtres vivants.

L'étude expérimentale de la respiration se fera également à l'échelle de l'organisme, des tissus et de la cellule sans que le rôle particulier des organites et les chaînes réactionnelles soient envisagées ; notamment la production et le rôle de l'ATP relèvent de la classe de Terminale.

L'étude des fermentations, limitée à deux ou trois cas, — fermentation alcoolique, butyrique, acétique par exemple — confirmera la notion abordée en Seconde de l'incapacité d'utiliser complètement l'énergie potentielle des métabolites. Ainsi, qu'elle se fasse en l'absence ou en présence d'oxygène, qu'elle s'accompagne ou non d'un dégagement gazeux, la fermentation fournit, à masse égale de métabolites engagés dans les réactions, une moindre quantité d'énergie utilisable par la cellule que la respiration.

Un bilan final montrera, en liaison avec la physique, le sort possible de l'énergie libérée par la dégradation des molécules, étape essentielle de la consommation.

D. - L'alimentation rationnelle de l'Homme.

Ce sujet n'appelle pas de remarques particulières. On comparera les pratiques traditionnelles de l'alimentation aux résultats théoriques issus de la stricte application des études expérimentales afin de proposer des comportements équilibrés tenant compte du réel. Ainsi les acquisitions de la classe de troisième seront-elles affinées et approfondies notamment en ce qui concerne les substances indispensables.

Les rations alimentaires seront établies pour quelques types d'activité de la vie moderne et quelques situations physiologiques particulières (grossesse, lactation, croissance).

L'étude des vitamines sera l'occasion de souligner leur rôle physiologique général, ainsi que la diversité des capacités de synthèse des êtres vivants.

E. - Un exemple de relation entre les êtres vivants et leur milieu.

En se fondant sur un milieu en équilibre naturel, visité en Seconde si possible, on montrera les relations entre le milieu et les producteurs primaires, puis entre ceux-ci et les consommateurs de divers ordres et le résultat quantitatif de ces relations dans la production de matière organique. Quelques observations (pratiques culturelles...) et résultats expérimentaux mettront en évidence l'utilisation de l'azote atmosphérique par les Légumineuses. Les transformations minéralisatrices permettront de mettre en évidence:

1. - Les retours à l'état minéral dus aux phénomènes physiologiques producteurs d'énergie obligatoirement couplés avec les synthèses (CO₂ respiratoire etc.).

2. - Le rôle des microorganismes (Champignons, Bactéries) dans le retour progressif au carbone minéral et à l'azote minéral (humification, minéralisation)

Le Cycle du carbone et le Cycle de l'azote seront progressivement tracés, chaque étape étant le résultat d'une étude expérimentale fondée sur l'observation et l'analyse des faits. La partie géologique du cycle du carbone viendra ultérieurement.

II. - GÉOLOGIE

Même si les objectifs généraux peuvent paraître identiques, l'enseignement de la Géologie en classe de Première se différencie de celui du cycle d'orientation par l'accent mis sur le caractère historique des sciences géologiques et leur aptitude à mener aux abstractions ainsi qu'à développer l'esprit de synthèse.

Ainsi le programme ne se limite-t-il pas à rafraîchir et à approfondir les connaissances acquises antérieurement mais développe préférentiellement les aspects historiques et synthétiques esquissés en classe de troisième.

A. - Constitution du globe terrestre.

1. - *Diversité des roches prises dans un ensemble régional.*

Le choix des paysages et des roches ne sera pas limité au cadre local, non exclu cependant. Il est souhaitable que les roches choisies comme exemples soient prises dans un même vaste ensemble régional afin que les relations entre leurs gisements puissent être observées et intégrées dans les raisonnements. Le choix de grands bassins sédimentaires peut être envisagé sans difficultés si on prend en compte un secteur de leur bordure. En cas de besoin cependant, on pourra choisir un autre ensemble régional que celui qui englobe le cadre local ou recourir à la pluralité des exemples.

Le paysage incluant le gisement des roches mérite évidemment d'être observé mais son analyse sera limitée aux besoins de la problématique et du 1^{er} alinéa du titre B «Roche, sol et végétation».

Ainsi délimitées, les études proposées sont d'emblée plus larges que celles réalisées au Collège. La pétrographie ne saurait prendre l'aspect d'un catalogue exhaustif de roches comblant quantitativement les lacunes de l'acquis antérieur. La responsabilité des limitations en nombre incombe au professeur; ainsi, pour les roches sédimentaires, c'est la diversité des

milieux de genèse qui sera le critère de choix, prioritaire sur les types systématiques. Au fur et à mesure de l'étude des roches, seront établis les principes de leur classification et les élèves seront familiarisés avec l'usage d'une clé de détermination qui intégrera, le moment venu, les roches abordées au titre des ressources naturelles.

L'étude des roches sédimentaires sera au service d'intentions plus vastes ouvrant sur des notions générales = faciès, macro et micro paléontologie, notions de sédimentologie, reconstitutions paléocéologiques et paléogéographiques... L'analyse des caractères des gisements sera l'occasion du rappel des principes élémentaires de stratigraphie et de chronologie relative. Les divers outils du géologue, même codés et abstraits, telle la carte géologique pourront être utilisés dès la sortie sur le terrain. Pour cette étude, on utilisera avec prudence le raisonnement analogique tout en précisant sa portée et le caractère toujours hypothétique de ses conclusions. Adopter les comportements et les attitudes intellectuelles du géologue demeure, en classe de Première, une nécessité pédagogique.

Les mêmes intentions générales = fournir un support aux reconstitutions historiques, président à l'étude des roches magmatiques et des roches métamorphiques. L'étude historique est cependant poussée moins loin dans l'immédiat que pour les roches sédimentaires, leur genèse impliquant l'intervention des forces internes du globe pour être comprise.

Le présent chapitre est essentiellement consacré aux faits de terrain (gisements) susceptibles de mettre en évidence les relations des roches entre elles, au sein d'un même groupe ou entre groupes différents. L'étude au laboratoire conduit ensuite aux structures et à la composition minéralogique des roches magmatiques et métamorphiques en se limitant à la formule chimique globale des minéraux.

À ce stade, l'étude historique conduit essentiellement à la formulation de problèmes et à l'émission d'hypothèses mettant en jeu les facteurs pression et température suggérés par les constatations opérées sur le terrain. Leur vérification passe par une exploitation mesurée des résultats expérimentaux. On prouvera grâce à eux la réalité des réarrangements minéralogiques en fonction de la pression et de la température sans citer en détail les divers faciès métamorphiques, puis celle de l'apparition d'un liquide de fusion (Quartz, Orthose, Albite) quand ces facteurs dépassent une certaine valeur.

La découverte de l'origine des augmentations de pression et de température, enfouissement, plissements, frictions des compartiments de roches est évidemment du ressort du chapitre suivant.

Ainsi, au terme de ce chapitre, les relations entre les gisements des différentes catégories de roches sont connues et une première idée, superficielle, de la structure de l'écorce terrestre est acquise. Les problèmes sont posés. À cette étape d'analyse appliquée à une entité géologique va pouvoir succéder la recherche des causes puis l'étude des conséquences qui aboutira à la synthèse finale.

2. - Les manifestations des forces internes du globe terrestre.

Ce chapitre est destiné à mettre en valeur les méthodes de raisonnement du géologue et à montrer comment elles peuvent aboutir à un modèle de fonctionnement du globe, exprimé par une théorie dont on soulignera les imperfections résiduelles. On se gardera donc absolument de partir du modèle et de la théorie, en fin de compte faciles à conter, pour expliquer les faits observables.

Bien au contraire, on se fondera sur les manifestations observables des forces internes pour faire naître chez les élèves, au moins partiellement, les idées qui ont abouti à la théorie de la tectonique des plaques. Ainsi, le premier niveau de synthèse voulu par le chapitre «La terre, planète active », en classe de Troisième sera-t-il consolidé et amplifié, l'attitude intellectuelle du géologue étant assimilée et respectée de bout en bout.

L'analyse des faits, actuels ou passés, concernant le volcanisme et la sismicité a pour objectif de faire prendre conscience de l'ampleur des forces internes et de leur action, et non pas de permettre une étude exhaustive, quasi monographique, de ces deux sujets. Partant des résultats acquis ici et précédemment le raisonnement hypothético-déductif permettra aux élèves de proposer un modèle, encore imparfait de la structure du globe qu'on comparera ensuite au modèle actuellement admis mais que les données accessibles en classe de Première ne permettent pas de construire entièrement.

La constatation des déformations et des cassures de l'écorce terrestre, de leur groupement en chaînes de montagne fera mieux encore prendre conscience de l'ampleur des déplacements horizontaux et verticaux, donc de l'ampleur des forces internes en jeu. Elle fera naître l'idée de resserrement, de compression tandis que l'étude des fossés continentaux associera cassures, effondrement et mouvements en extension. Mieux qu'avec volcanisme et sismicité, les facteurs espace et temps entrent en jeu et s'élargissent.

L'étude de l'évolution des fonds océaniques, rendue concrète par les mesures d'écartement des continents, la découverte des dorsales océaniques, la nature, le magnétisme et la datation des fonds marins, amènera à rechercher sous la lithosphère l'origine et la direction des forces en jeu, à comprendre la vitesse de développement de leurs manifestations.

C'est à ce moment que les intuitions de Wegener, déjà étayées par les arguments géographiques, stratigraphiques et paléontologiques, pourront être complétées et reconstruites en l'actuelle théorie de la Tectonique des plaques.

Le moment est alors venu d'unir en un ensemble cohérent la genèse des roches métamorphiques, des roches magmatiques et la formation des chaînes de montagne.

Au terme de cette étude, l'élève aura donc été exercé, en se fondant sur un minimum d'objets et de faits géologiques, à des synthèses amples, à des abstractions poussées, à l'acquisition de concepts difficiles.

B. - Les ressources naturelles.

Cette partie du programme a pour but de faire prendre conscience de l'importance de la Géologie dans la vie courante et dans le maintien de l'environnement, étayant ainsi les éléments de Biologie vus en Seconde et en Première.

Deux écueils seront évités = la structuration monographique des chapitres et le passage à la Géographie économique que notre enseignement doit aider à comprendre sans empiéter sur son domaine propre.

Deux exemples, choisis si possible dans les milieux inventoriés en Seconde, montreront les relations statiques, dynamiques et génétiques entre roche, sol, végétation et facteurs climatiques et biologiques. Les liens avec la nutrition minérale, la minéralisation de la matière organique et éventuellement avec la sédimentologie seront évidemment soulignés.

Deux exemples de minerais métalliques d'origine bien différente suffiront. Leur étude contribuera aux connaissances

péetrographiques dans un domaine peu abordé dans les Collèges et exploitera les notions acquises en sédimentologie, en genèse des roches profondes, en dynamique du globe.

L'étude de la fossilisation de l'énergie solaire apportera une dernière fois, un complément péetrographique, mais surtout montrera l'ampleur de la mise en réserve de l'énergie solaire sous forme de molécules oxydables, carbone ou hydrocarbures, depuis l'ère primaire. On pourra comparer le rythme de cette fossilisation à celui de l'évolution de l'exploitation.

Les eaux courantes étant exclues, on s'intéressera uniquement à l'eau mise en réserve temporairement ou définitivement dans les structures géologiques. On distinguera donc nappes fossiles et nappes renouvelées en liaison avec les conditions de circulation souterraine, les caractères de la roche, les dimensions des structures géologiques et les capacités d'alimentation.

L'existence d'une limite supérieure aux réserves et la nécessité d'une gestion de l'exploitation, dont les techniques ne seront pas approfondies, sera soulignée. Les exemples choisis seront aussi régionaux que possible.

Programme de Sciences naturelles des Classes de terminales (rentrée 1983) **Classe de Terminale C**

I. - La transmission de l'information dans l'organisme.

- Analyse de quelques réactions comportementales d'un organisme. Importance et variété des stimuli.
- L'influx nerveux: naissance, conduction, transmission.
- Le message hormonal: élaboration, transport, action.
- Intégration des messages nerveux et hormonal dans deux types de comportement.

II. - L'unité physiologique de l'organisme.

- Automatisation cardiaque. Modifications adaptatives du rythme cardiaque.
- Un exemple de régulation: cas du cycle ovarien des Mammifères.
- La régulation de la glycémie.

III. - Reproduction et génétique.

- La mitose, reproduction conforme: chromosomes et A.D.N.
- Reproduction parentale: gamètes, fécondation.
- Mécanisme chromosomique de l'hérédité. Conséquences génétiques de la méiose. Notion de gène.
- Le code génétique.

IV. - Biologie cellulaire: Matière et Énergie.

- La synthèse des protéines.
- L'A.T.P.: production, utilisation.
- Autotrophie et hétérotrophie.

INSTRUCTIONS

L'enseignement dispensé en seconde de détermination, puis en première S, a permis aux élèves de cette section d'acquérir un ensemble de connaissances, à la fois succinct et cohérent. La possession de ces connaissances à la fin de la scolarité en première S doit éclairer l'élève sur la diversité comme sur la spécificité des phénomènes biologiques décelables à des niveaux divers (écosystème, organisme, appareil, organe, cellule).

De plus cet enseignement a familiarisé les élèves avec des habitudes de pensée, avec l'emploi de méthodes ou de techniques propres aux Sciences biologiques.

Ce savoir acquis en Seconde et en Première, ces savoir-faire plus ou moins complètement maîtrisés vont constituer des supports et des moyens permettant en Terminale C des études aux objectifs plus ambitieux. Ces ambitions sont justifiées par les caractères spécifiques des élèves fréquentant la classe de Terminale C.

Ces élèves montrent une réelle aisance à se mouvoir dans le domaine des opérations intellectuelles les plus abstraites. Leur propension à donner aux abstractions une valeur égale à celle des réalités concrètes s'exprime souvent par un goût prononcé pour l'emploi des langages codés les plus évolués. Leurs activités intellectuelles dans le domaine des Sciences physiques ne suffisent pas toujours pour corriger les effets de leurs dispositions intellectuelles prédominantes et leur fournir le contact nécessaire avec le concret, ce à quoi contribuera l'enseignement des Sciences biologiques.

On ne négligera pas de prendre en compte l'entraînement intensif de ces élèves au raisonnement purement déductif et l'importance de leurs études en Sciences physiques qui privilégient l'expérimentation à dominante analytique et la pratique de la modélisation. Au contraire, l'enseignement des Sciences naturelles fera pratiquer le raisonnement inductif caractéristique des Sciences expérimentales.

Les considérations précédentes justifient les orientations du programme de la classe de Terminale C.

Pour ce qui concerne le domaine de l'information scientifique, ce programme rejette tout parti-pris encyclopédique. Les choix des thèmes d'étude sont dictés par le souci de familiariser des élèves avec les acquisitions récentes de la connaissance biologique et notamment dans les disciplines les plus performantes.

Ces choix doivent permettre de satisfaire des curiosités, d'éveiller des intérêts, et ainsi, soit de faire naître des vocations, soit de donner matière à réflexion à de futurs scientifiques souvent appelés à des carrières très évolutives dans l'exercice d'importantes responsabilités.

Cette prise de contact avec la Science biologique en mouvement doit avoir pour effet de provoquer un étonnement intellectuel autorisant un approfondissement raisonnable des questions inscrites au programme de la classe.

Pour ce qui concerne le domaine de la formation intellectuelle, l'enseignement des Sciences biologiques ambitionne de parfaire l'apprentissage de l'attitude scientifique. Pour cela, cet enseignement se propose de montrer l'efficacité de la démarche expérimentale, efficacité toujours déterminée par une observation et une analyse correcte des données et des faits concrets. Cette attention portée à la réalité biologique équilibrera les prédispositions à l'abstraction, incitera à une confrontation fructueuse du réel et de ses contraintes avec les créations intellectuelles les plus désincarnées. Ainsi sera cultivée une prudente objectivité et sera éduqué un sens critique aussi aigu que possible.

De plus la variabilité individuelle de l'organisme vivant nécessitera l'emploi d'outils d'analyse mathématique diversifiés, permettant ainsi au professeur naturaliste de concourir, modestement, à l'élargissement de la culture mathématique des élèves dont il a la charge.

Pour assurer dans les meilleures conditions l'information et la formation des élèves de terminale C, le contact suivi et raisonné avec le réel et le concret, d'une part, la mise en œuvre d'une pédagogie à la fois individualisée et diversifiée, d'autre part, apparaissent comme des conditions indispensables. Cela suppose la mise en place de séances régulières de travaux pratiques rationnellement programmées. Toute liberté est laissée au professeur pour prévoir et aménager les contenus et le déroulement de ces séances. Ces initiatives viseront tout à la fois l'exploitation des ressources du laboratoire de Sciences naturelles du Lycée, comme de celles des laboratoires des Universités, avec lesquelles le professeur de Lycée entretiendra de fréquents et fructueux contacts.

À l'occasion de ces séances de travaux pratiques, le professeur cherchera à développer l'habileté manuelle des élèves, à cultiver leur esprit d'analyse, à encourager leur activité créatrice (élaboration et mise en œuvre de protocoles expérimentaux). Le maniement des outils et instruments d'observation sera toujours prévu et pratiqué au cours de ces séances, de même que l'entraînement à l'expression graphique et à la traduction par le schéma des observations effectuées ou des résultats enregistrés. Cette éducation sensorielle et manuelle des élèves ne saurait être minimisée au terme des études secondaires des élèves de la série C.

Enfin, l'ampleur et la complexité des thèmes d'étude abordés conduiront constamment à l'éducation suivie de l'esprit de synthèse, objectif éducatif qui doit être le couronnement de la formation intellectuelle des élèves des Lycées.

CONTENUS

I.- La transmission de l'information dans l'organisme.

Quatre étapes essentielles seront nettement marquées.

La première étape prend en compte l'organisme vivant et son milieu naturel en vue d'illustrer la notion générale d'interaction. Un stimulus (phénomène lumineux, signal sonore, variation de température), émanant du milieu extérieur, agissant sur un récepteur approprié situé chez l'être vivant déclenche des réactions comportementales qui, rétroactivement, peuvent entraîner des répercussions dans le milieu extérieur. L'interdépendance entre l'être vivant et le milieu naturel est établie en même temps que d'autres problèmes posés : situation et spécialisation des organes sensoriels en rapport avec la diversité des stimuli, existence de dispositifs ou de moyens de transmission et d'analyse, comme d'organes effecteurs à l'intérieur de l'être vivant. La découverte de ces problèmes constitue la transition avec les étapes suivantes.

La seconde étape pourra trouver son origine dans la constatation de la rapidité de la transmission de l'information sitôt la réception d'un stimulus. Cette considération de la vitesse de la propagation d'une information conduira à la recherche de structures appropriées à cette conduction rapide et à l'analyse du message élaboré, conduit et transmis. En Terminale C, l'étude de la dynamique de l'organisation nerveuse pourra intégrer, en les adaptant au niveau de compréhension des élèves, les acquis les plus significatifs sur la nature de l'influx nerveux, le fonctionnement synaptique, les neurotransmetteurs.

La troisième étape organisée autour des réactions de l'organisme par exemple à une variation thermique (exposition au froid) s'ouvrira par une étude soit de l'adrénaline, soit des hormones thyroïdiennes, conduisant à l'élucidation de la notion de message hormonal.

La dernière étape de caractère nettement synthétique pourrait s'appuyer sur une étude de comportement réflexe et sur une analyse du stress.

II.- L'unité physiologique de l'organisme:

Trois exemples: le premier fournissant l'occasion d'analyser un contrôle à dominante nerveuse constitue une étape vers la notion plus générale de régulation présentée à l'aide des deux exemples suivants : la régulation de la sécrétion des hormones sexuelles, et la régulation endocrinienne du milieu intérieur.

La conclusion de ce chapitre fera ressortir les effets des asservissements ou des régulations : assurer le fonctionnement coordonné des divers appareils de l'organisme vivant et, de fait, concourir à l'unité de l'organisme.

III.- Reproduction et génétique:

La mitose sera présentée chez diverses espèces, aussi bien animales que végétales. L'examen de ses stades successifs fera ressortir le maintien de la formule chromosomique. L'étude particulière des *chromosomes* sera limitée à des notions morphologiques et structurales simples. L'architecture de la molécule d'A.D.N. permettra d'expliquer les phénomènes de duplication-réplication chromosomique. Cette étude se terminera par l'introduction de la notion de cycle cellulaire.

Reproduction parentale.

Le phénomène de la fécondation sera présenté chez diverses espèces animales et végétales, ce qui permettra d'en établir les caractères essentiels.

On pourra alors opposer la variabilité permise par la reproduction sexuée à l'uniformité résultant de la reproduction conforme (notion de clone).

Mécanisme chromosomique de l'hérédité.

L'étude statistique de la transmission des caractères héréditaires sera faite à partir de l'analyse d'expériences portant aussi bien sur des espèces végétales que sur des espèces animales; des exemples pourront être choisis dans l'espèce humaine.

L'interprétation de ces résultats sera éclairée par l'étude de *la méiose*, phénomène dont on soulignera le caractère général dans toute reproduction sexuée.

L'examen de certains résultats statistiques permettra de présenter le principe de l'établissement d'une carte factorielle et d'aboutir à la *notion de gène*. La nature du matériel génétique sera précisée par l'analyse d'expériences appropriées. La structure du gène ne sera pas abordée.

La fonction hétérocatalytique de l'ADN trouvera alors sa place. La présentation de l'origine et du rôle des divers ARN permettra la compréhension du mécanisme de la synthèse des protéines. Ainsi sera fondée la notion de *code génétique*. Seul le principe des mécanismes de transcription et de traduction du message nucléaire sera abordé.

NB. Dans le cadre de cette étude, la bonne compréhension des conséquences génétiques de la méiose pourra, au gré du professeur, être éprouvée grâce à des exercices faisant intervenir des données relatives à des organismes haploïdes. Mais, en aucun cas, de tels exercices ne pourront être le support d'épreuves d'examen.

IV.- Biologie cellulaire: matière et énergie.

Toute cette étude s'appuiera sur une présentation progressive et adaptée des caractéristiques essentielles de la constitution cellulaire au niveau ultra structural.

La synthèse des protéines.

Cette étude sera reliée à celle du code génétique. Les modalités de cette synthèse rendront compte de la spécificité des molécules protéiques. La régulation de la synthèse des protéines est hors programme.

L'ATP: production, utilisation.

La présentation et l'analyse, au niveau convenable, de divers aspects de l'activité cellulaire (photosynthèse, respiration, fermentations, énergétique musculaire, influx nerveux) mettra en évidence l'intervention d'un type de molécule phosphorée à haut potentiel énergétique dans tout phénomène métabolique à l'intérieur de la cellule.

Autotrophie et hétérotrophie.

En intégrant les données déjà vues dans les classes précédentes, on précisera, au niveau énergétique, les notions d'autotrophie et d'hétérotrophie.

CLASSE DE TERMINALE D

I. - Reproduction et hérédité.

A. - Quelques aspects de la reproduction sexuée chez les Mammifères.

- Les gamètes: formation, caractères.
- Les sécrétions hormonales: les cycles sexuels et leur déterminisme.
- La fécondation.
- La gestation: relations entre organisme maternel et embryon.
- Parturition. Lactation.

B. - Reproduction conforme.

- Les étapes de la mitose.
- Les chromosomes.
- l'ADN; rôle et synthèse.

C. - L'hérédité.

- Étude statistique de la transmission des caractères héréditaires.
- Aspects génétiques de la méiose. Mécanisme chromosomique de l'hérédité.
- Cartes factorielles. Notion de gène.
- Le code génétique.
- L'hérédité chez l'Homme.

II. - Relations d'un organisme avec le milieu extérieur.

- Analyse de quelques réactions comportementales d'un organisme. Importance et variété des stimuli.
- L'activité réflexe:
 - Un exemple élémentaire, les réflexes médullaires chez la Grenouille et chez les Mammifères. Les structures histologiques correspondantes.
 - Diversité des réflexes.
 - Les caractères adaptatifs des réflexes : modifications de l'activité cardiaque.
 - Les réflexes conditionnels.
- Les fonctions sensorielles :
 - Un exemple, la vision.
 - Généralisation : sensation, perception.
- Les fonctions motrices :
 - La contraction musculaire et sa commande. Les divers aspects de la physiologie du muscle strié.
 - Motricité volontaire.

- L'activité cérébrale.
- Le fonctionnement du système nerveux à l'échelle neuronique: l'influx nerveux; les mécanismes synaptiques.

III. - Quelques aspects de la biologie cellulaire.

- Échanges cellulaires.
- La synthèse des protéines.
- Phénomènes énergétiques: photosynthèses, respiration, fermentations.
- Fonctionnement de la cellule musculaire.
- Autotrophie et hétérotrophie.

IV. - Unité et intégrité de l'organisme.

- Le milieu intérieur : composition, rôles, homéostasie.
- La relation humorale, communication entre organes et entre cellules.
- Deux exemples de corrélations :
 - la régulation de la glycémie.
 - la régulation de la sécrétion des hormones sexuelles.
- Corrélations nerveuses et hormonales et maintien de l'unité de l'organisme.
- Les réactions immunitaires, cellulaires et humorales. Leurs mécanismes et leurs rôles dans le maintien de l'intégrité de l'organisme.

V. - L'évolution des êtres vivants.

- Quelques faits établissant l'idée d'évolution.
- Les théories de l'évolution.

INSTRUCTIONS

L'importance du programme de cette classe se justifie par la place des sciences biologiques dans la société actuelle, par le large éventail de professions scientifiques accessibles aux titulaires du Baccalauréat « D », par l'intérêt d'une solide culture scientifique pour ceux qui exerceront une autre profession.

La section « D » marque, en effet, l'aboutissement, au Lycée, d'une formation scientifique progressive des élèves, étalée sur six années. Elle représente, en outre, un niveau important d'orientation vers des études scientifiques ultérieures (carrières biologiques, géologiques, agronomiques, médecine, pharmacie...). Cette ouverture permettra à certains élèves qui se destinent à des études supérieures de choisir leur voie en fonction de leurs goûts et de leurs aptitudes.

L'enseignement proposé a pour but essentiel la formation de l'élève à une attitude scientifique. La complexité des phénomènes physiologiques incite à privilégier le travail d'analyse. Le rassemblement des données de différents types (mécaniques, électrophysiologiques et biochimiques ultra-structurales par exemple), leur classement et l'étude de leurs relations constituent des opérations intellectuelles très formatrices. Des situations biologiques concrètes aux schémas abstraits de synthèse, l'élève est entraîné activement dans un parcours de recherche qui sollicite toutes les qualités de l'esprit sans négliger la mémoire logique.

La recherche d'une explication objective passe par la mise en œuvre d'une pensée logique cheminant des faits observés aux hypothèses puis par une attitude expérimentale. L'épreuve des idées et l'analyse critique des résultats obtenus sont aussi des étapes essentielles de cette formation spécifique mais également humaine. Elle participe aussi à l'éveil et à l'entretien d'une curiosité naturelle conduisant à d'autres niveaux d'abstraction.

Le libellé du programme laisse au professeur la responsabilité du choix des méthodes et des moyens convenant à chacun des chapitres. Afin d'exercer tous les aspects de l'activité intellectuelle scientifique, il saura au fil de sa progression, varier les méthodes et les outils pédagogiques utilisés en vue de leur meilleure adaptation possible aux élèves, aux sujets, à la bonne articulation des travaux pratiques et des leçons. Il saura exercer cette responsabilité tout en respectant l'esprit du programme qui donne constamment la priorité aux manifestations des comportements et des fonctions.

Le programme assure un bon équilibre entre l'acquisition des savoirs et celle des savoir-faire. Atteignant les aspects ultrastructuraux et biochimiques du niveau cellulaire, il parachève sans coupure brutale, une formation scientifique qui a évolué progressivement en seconde et en première du niveau de l'écosystème à celui de l'organisme et des premiers éléments de la vie cellulaire. On ne manquera pas de souligner cette liaison et l'homogénéité de l'ensemble ainsi constitué en faisant, au moment des synthèses (autotrophie et hétérotrophie par exemple) retour à l'écosystème.

CONTENUS

I. - Reproduction et hérédité.

A. - Quelques aspects de la reproduction sexuée des Mammifères.

À partir de l'étude du cas des Mammifères on ne manquera pas de dégager la généralité des phénomènes caractéristiques de toute reproduction sexuée.

La formation des gamètes sera présentée à partir de l'étude anatomique et histologique des organes génitaux, testicule et ovaire. Les phénomènes chromosomiques accompagnant la gamétogenèse seront étudiés dans les chapitres concernant l'hérédité.

Les cycles sexuels (cycle ovarien, cycle des sécrétions hormonales; cycle des effecteurs) seront présentés de façon à ce que leur simultanéité pose le problème de leur déterminisme. On se bornera à signaler la fonction endocrine des testicules. Les mécanismes régulateurs des sécrétions hormonales trouveront plus naturellement leur place dans les études relatives à l'unité et à l'intégrité de l'organisme.

La fécondation. Son étude chez les Mammifères permettra d'en établir les caractères essentiels ; l'élargissement à d'autres exemples montrera leur signification générale.

L'étude de *la gestation* ne donnera pas lieu à des études anatomiques détaillées. Il s'agit de faire ressortir les caractères particuliers des relations entre organisme maternel et organisme fœtal, en privilégiant les aspects trophiques.

La *parturition* et la *lactation* ne seront abordées que très sommairement.

B. - Reproduction conforme.

Effectuée chez diverses espèces animales ou végétales l'examen des étapes de la *mitose* (auto-reproduction cellulaire) conduira à la constatation du maintien de la formule chromosomique.

L'étude particulière des *chromosomes* se limitera à des notions morphologiques et structurales simples.

L'architecture de la molécule d'ADN permettra d'expliquer les phénomènes de duplication-réplication chromosomique.

On conclura cette étude de la reproduction conforme par la notion de cycle cellulaire,

C. - L'hérédité

L'étude statistique de la transmission des caractères héréditaires sera faite à partir de l'analyse de résultats d'expériences de mono et de dihybridisme effectuées aussi bien sur des espèces végétales que des espèces animales.

L'interprétation de ces résultats sera éclairée par l'étude de la méiose phénomène dont on ne manquera pas de souligner le caractère général.

Cette étude conduira à l'explication du mécanisme chromosomique de l'hérédité.

L'examen de certains résultats statistiques permettra de présenter le principe de l'établissement d'une *carte factorielle* et d'aboutir à la notion de *gène*. La nature du matériel génétique sera précisée par l'analyse d'expériences appropriées.

La fonction hétérocatalytique de l'ADN trouvera alors sa place. La présentation de l'origine et du rôle des divers ARN permettra la compréhension du mécanisme de la synthèse des protéines. Ainsi sera fondée la notion de *code génétique*. Seul le principe des mécanismes de transcription et de traduction du message nucléique sera abordé.

La régulation de la synthèse des protéines est hors programme. La structure du gène ne sera pas abordée.

L'hérédité chez l'homme: des cas simples seront présentés (gènes autosomiques, polyallélie, hérédité liée au sexe).

N.B. Dans le cadre de cette étude, la bonne compréhension des conséquences génétiques de la méiose pourra, au gré du professeur, être éprouvée grâce à des exercices faisant intervenir des données relatives à des organismes haploïdes. Mais, en aucun cas, de tels exercices ne pourront être le support d'épreuves d'examen.

II. — Relations d'un organisme avec le milieu extérieur.

L'analyse de quelques réactions comportementales d'un organisme (attaque d'une proie, fuite, parade nuptiale) permettra de distinguer dans la réponse globale la part revenant au système nerveux et celle du système hormonal. On fera ainsi prendre conscience de la variété des stimuli en provenance du milieu extérieur et de l'importance de leur perception pour l'intégration d'un organisme à son milieu.

L'activité réflexe.

L'étude du réflexe médullaire de flexion chez la Grenouille et les Mammifères permettra d'introduire progressivement les éléments anatomiques et histologiques mis en jeu, en vue de la compréhension de la relation entre les niveaux de stimulation et les effecteurs.

Diversité des réflexes.

On montrera leur variété, tant en ce qui concerne les territoires de stimulation que vis-à-vis des organes effecteurs.

Caractères adaptatifs des réflexes.

Ils seront illustrés par l'étude des modifications de l'activité cardiaque sous l'influence de divers facteurs physiologiques.

Les réflexes conditionnels.

Toute latitude étant laissée au professeur quant aux méthodes d'approche, on se limitera à l'étude de quelques exemples élémentaires.

La vision.

L'exploration des mécanismes optiques de la vision justifiera la description de l'organisation de l'œil chez les Mammifères. La mise en évidence des types de vision s'éclairera par la découverte de l'histologie de la rétine. On présentera le rôle des divers types de cellules rétinienne dans l'élaboration, à partir des stimuli lumineux, d'un message codé. On attachera toute l'importance nécessaire à l'examen du rôle des voies optiques et des aires corticales.

À partir de l'exemple de la vision, on généralisera la notion d'appareil sensoriel.

Les fonctions motrices.

L'étude expérimentale de la réponse mécanique du muscle strié, en fonction de son excitation par l'influx nerveux, sera explicitée par les études cytologiques et ultra-structurales appropriées. Les aspects électrophysiologiques, métaboliques, thermiques viendront compléter les études précédentes pour s'intégrer en une conception synthétique de la contraction musculaire dans l'organisme.

L'activité cérébrale.

L'étude de la sensation et de la perception, et de la motricité volontaire fournira une approche intrinsèque du cortex cérébral.

L'étude du *fonctionnement du système nerveux à l'échelle neuronique* sera l'occasion, à partir de la présentation de données électrophysiologiques et de celles concernant les phénomènes ioniques, de préciser la notion d'influx nerveux et le fonctionnement des synapses.

III. - Quelques aspects de la Biologie cellulaire.

Ces chapitres permettront d'introduire les notions de cycles de matières et d'énergie au niveau du système - cellule.

L'étude de diverses manifestations du fonctionnement cellulaire permettra d'approfondir la connaissance de l'organisation de la cellule

Échanges cellulaires.

On envisagera aussi bien les mouvements de l'eau (plasmolyse, turgescence), déjà abordés en classe de Première, que les

passages de substances dissoutes : diffusion libre, diffusion facilitée, transport actif, dont les exemples ont déjà été rencontrés lors de l'étude de l'influx nerveux.

La synthèse des protéines.

Cette étude sera reliée à celle du code génétique et s'appuiera sur l'examen de la structure et du fonctionnement des organites cytoplasmiques mis en jeu. Les modalités de cette synthèse rendront compte de la spécificité des molécules protéiques.

Phénomènes énergétiques.

Les aspects énergétiques du fonctionnement cellulaire seront illustrés par les études de la photosynthèse, de la respiration et des fermentations.

La photosynthèse.

Sans discuter le mécanisme de l'utilisation de l'énergie lumineuse par les chloroplastes, on établira le bilan de la phase lumineuse. Sans entrer dans le détail des réactions chimiques intermédiaires, on présentera les étapes essentielles du cycle de la phase obscure, dont l'effet global est de produire du glucose (fixation du CO₂ sur le ribulose-diphosphate, formation de molécules d'acide phosphoglycérique, réduction par l'hydrogène de l'eau). La relation entre fonction et organisation à l'échelle du chloroplaste sera indiquée.

La respiration.

Sans entrer dans l'analyse des réactions, on montrera que la dégradation des métabolites consiste en une simplification des chaînes carbonées (décarboxylation) et en une oxydation progressive par déshydrogénations. Les réactions conduisant à la formation de l'eau et permettant la synthèse d'A.T.P. ne seront pas détaillées. La présentation de l'ultrastructure des mitochondries permettra de situer sommairement les enzymes respiratoires.

Les fermentations.

Elles seront, dans cette classe, présentées comme des dégradations incomplètes des métabolites. Leur énergétique sera comparée à celle de la respiration.

Le cas de la *cellule musculaire* fournira l'occasion d'une synthèse au cours de laquelle sera souligné le rôle des composés énergétiques phosphorés.

En intégrant les données déjà vues dans les classes précédentes on précisera, au niveau énergétique, les notions d'autotrophie et d'hétérotrophie.

IV. - Unité et intégrité de l'organisme.

Le milieu intérieur.

On illustrera, par deux ou trois exemples, la notion d'homéostasie.

La relation humorale.

L'essentiel est de montrer, à partir de quelques exemples, comment des molécules circulantes permettent la communication entre organes et cellules.

Ce type de communication sera illustré par les deux exemples du programme.

On montrera comment l'intégration des mécanismes de communication nerveux et hormonal assure le maintien de l'unité de l'organisme.

Dans le cadre du *maintien de l'intégrité de l'organisme*, les réactions immunitaires, cellulaires et humorales, seront présentées. Quelques problèmes actuels (rejets de greffe, auto-immunité, immunologie appliquée à la pathologie en recherche cancérologique) seront alors abordés dans ce cadre d'étude.

V. — L'Évolution des Êtres Vivants.

C'est le rapprochement de données empruntées à plusieurs disciplines (anatomie comparée, embryologie, paléontologie, biochimie, génétique, immunologie) qui permettra de fonder l'idée d'évolution.

On montrera comment, à partir des données précédentes ont été édifiées les théories de l'évolution.

* * * * *

PROGRAMMES DES CLASSES DE 6^E (1986), 5^E (1987), 4^E (1988), 3^E (1989) DES COLLÈGES.

**Les Sciences biologiques et géologiques deviennent Sciences
et techniques biologiques et géologiques.**

Sciences et techniques biologiques et géologiques

1. Nature et objectifs

L'enseignement des sciences et techniques biologiques et géologiques doit permettre à l'élève d'acquérir un ensemble de connaissances scientifiques indispensables à la compréhension du monde contemporain et de ses transformations, d'une part dans le domaine de la vie et de la santé, d'autre part dans celui des ressources de la planète et de l'environnement.

Les connaissances à acquérir, organisées suivant une logique qui prend en compte l'évolution actuelle de la discipline, correspondent à des notions fondamentales dégagées de la diversité du monde vivant et du monde minéral: le renouvellement biologique, la conservation de l'espèce, le remaniement du programme génétique, le cycle des roches, etc.

Ce qui est important, autant que les connaissances établies par les sciences biologiques et géologiques, c'est l'ensemble des démarches et des notions que les élèves doivent acquérir pour y parvenir. Ils apprennent progressivement, par des méthodes actives, à adopter l'attitude scientifique et à maîtriser la méthode expérimentale : ils observent et analysent, ils raisonnent et

formulent les problèmes, ils émettent des hypothèses que l'expérimentation vient mettre à l'épreuve. Ainsi se développent les qualités intellectuelles des élèves, leur capacité d'imaginer, de créer, d'opérer des synthèses et d'exercer un esprit critique.

Cet enseignement permet, en particulier par des travaux pratiques et des études sur le terrain, d'initier les élèves aux réalisations technologiques contemporaines et à leurs domaines d'application : biotechnologies et géotechnologies. L'élève est ainsi conduit à une prise de conscience rationnelle des problèmes actuels de la vie, de la santé et de l'environnement et à la connaissance de la responsabilité de l'homme.

2. Instructions

À chaque niveau de la scolarité, afin d'assurer la cohérence de la formation, on ira à l'essentiel sous la forme d'un enseignement par problèmes scientifiques conduit à partir du concret et des acquisitions antérieures, suivant des méthodes pédagogiques diversifiées.

La priorité donnée à l'explication des phénomènes biologiques et géologiques conditionne une démarche explicative; la solution des problèmes scientifiques formulés sera donc recherchée par des observations et des expérimentations conduites, chaque fois que cela est possible en groupe restreint. Les méthodes actives qui invitent à faire appel aux données locales, aux observations des activités humaines et aux acquis individuels, permettent de mieux dégager les notions fondamentales et contribuent à une meilleure compréhension du milieu de vie des élèves.

Le plan de la leçon, fondé sur le problème scientifique et non sur sa méthode de résolution, intègre les données descriptives et méthodologiques. Il fait apparaître l'organisation progressive et rigoureuse du savoir, condition indispensable à l'appropriation des connaissances essentielles. Des schémas de synthèse traduisent les mécanismes étudiés.

Le dialogue entre les élèves dans les exercices déterminés, l'emploi d'un langage scientifique simple et précis, l'appel à des productions écrites et des productions graphiques exprimant les résultats des recherches actives de la classe, sont des moyens importants de la formation scientifique. En outre, les pratiques centrées sur l'exploitation de documents réels ou de substitution (films, diapositives, photographies) et du manuel, sont enrichies par l'emploi de l'informatique qui permet l'assistance à l'expérimentation, la simulation expérimentale, l'exploitation des banques de données, l'apprentissage du travail personnel des élèves.

L'évaluation des acquis ne se limite pas à la seule restitution des connaissances. Organisée à la suite d'un apprentissage centré sur des objectifs de formation bien explicités, l'évaluation renseigne l'élève sur la qualité de ses acquis et la nature des efforts personnels à accomplir. Elle permet aussi au professeur d'adapter sa pédagogie. La méthode des exercices d'évaluation intégrés au déroulement des leçons est complémentaire du contrôle périodique des acquis dont les résultats sont essentiels en vue d'une orientation positive des élèves.

3. Programmes

Classe de sixième

Connaissances et méthodes exigibles des élèves

Pour faciliter la mise en œuvre des nouveaux programmes, les compléments précisent, à l'intention des professeurs, les connaissances et les méthodes à acquérir par les élèves.

Ils prendront ultérieurement en compte la capacité des élèves à comprendre les notions proposées et les résultats qu'ils obtiennent, ainsi que les pratiques pédagogiques des professeurs, l'évolution des recherches pédagogiques et les données de la biologie moderne avec ses dimensions technologiques.

Une approche naturaliste de la biologie des fonctions, de l'organisation des êtres vivants et de leurs interdépendances permet de dégager les idées générales dont dépend la cohérence de l'enseignement. Dans cet esprit, les programmes de sixième et de cinquième sont complémentaires. Les études de cinquième enrichissent celles de sixième et en renforcent la signification.

Une grande souplesse dans l'usage du cadre systématique, ainsi que le rapprochement des règnes animal et végétal, doivent permettre de dégager l'unité fonctionnelle de la diversité des modalités d'accomplissement des fonctions et des types d'organisation ; les études de terrain et les travaux pratiques sur des matériels vivants se feront dans le cadre de l'exploitation des milieux naturels et en fonction des cycles saisonniers. Les professeurs choisissent les moyens d'accès les plus pertinents pour conduire les élèves aux notions essentielles du programme.

La liberté d'initiative des professeurs s'exerce dans le cadre des programmes et des objectifs généraux et méthodologiques définis dans les instructions. Cette liberté concerne les modalités d'appréhension des connaissances et des façons d'exploiter, de concevoir et d'expérimenter les programmes en vue d'une progression annuelle. Il y a là un ordre de développement des sujets qui tient compte à la fois des réalités scolaires, des acquisitions antérieures des élèves et aussi des éclairages proposés par la science vivante.

Les connaissances générales du cycle d'observation représentent un premier niveau de compréhension des phénomènes biologiques et de leurs supports anatomiques. Elles permettent d'amorcer un bilan systématique. Les phénomènes biologiques sont appréhendés au niveau de l'organisme et des organes. Une première approche du niveau d'organisation cellulaire sera effectuée à l'occasion de l'étude des supports qui s'y prêtent.

Ces connaissances aident à comprendre les rapports de l'homme avec les facteurs physiques et, le cas échéant, biologiques de son environnement dans le cadre de la discipline et avec l'ensemble des facteurs écologiques, économiques et sociaux, dans le cadre d'études qui associent plusieurs disciplines, les thèmes transversaux par exemple.

Il convient de préciser, pour chaque chapitre, la nature et les niveaux de formulation des notions essentielles à faire acquérir, les objectifs méthodologiques prioritaires, la dimension technologique de ces contenus scientifiques et leur articulation avec les acquis des autres disciplines.

1. Comportement alimentaire de quelques animaux.

Recherche alimentaire et déplacements chez quelques animaux phytophages et zoophages. Reconnaissance et choix des aliments,

capture ou récolte, consommation, digestion.

Le problème de la recherche alimentaire permettra d'effectuer l'étude du déplacement.

Cette étude sera limitée à quelques exemples d'animaux phytophages et zoophages ou mixtes, vertébrés ou invertébrés.

On ne cherchera pas à analyser tous les modes de déplacements liés aux milieux de vie. Les aspects biologiques et physiques seront soulignés : appui, propulsion, progression, rôle des supports anatomiques actifs et passifs. On veillera à ce que les difficultés structurales et fonctionnelles des exemples choisis ne dépassent pas les capacités de compréhension des élèves.

Ces exemples permettront de dégager des aspects comportementaux liés à la reconnaissance et au choix des aliments, à leur récolte ou capture, à leur consommation, sans négliger ni leurs variations dans le temps, ni l'étude descriptive des dispositions anatomiques concernées : organes des sens, de la préhension, de la mastication.

Le devenir des aliments consommés sera limité à l'idée de la transformation des aliments en nutriments, permettant leur utilisation par l'organisme. Dans le prolongement des acquis de l'école élémentaire, et sur la base des données expérimentales historiques (travaux de Réaumur, Spallanzani), la digestion sera assimilée à une solubilisation des aliments, et l'organisation générale de l'appareil digestif sera étudiée. Ce premier niveau de formulation du concept ne comprend pas les études de la simplification moléculaire, de la perte de la composition spécifique des aliments et de l'assimilation cellulaire réservée à la classe de troisième. L'étude biochimique des aliments ne relève pas de la classe de sixième.

La mise en évidence de la diversité des comportements et des organes mis en jeu et liés aux régimes alimentaires, doit être progressive. Ainsi, la modalité de microphagie et d'autres exemples introduisant la complexité des supports, notamment chez les invertébrés, seront appréhendés dans le cadre de la généralisation de la biologie des fonctions de nutrition et donc reportés à la classe de cinquième.

L'observation directe des phénomènes dynamiques, ainsi que l'analyse de séquences d'activités facilitées par l'utilisation des moyens audiovisuels, contribueront à développer les capacités des élèves à observer et à établir des relations : mouvements, insertions musculaires, articulations, dispositifs osseux.

En outre, en ce qui concerne la transformation des aliments, l'entraînement à la pensée déductive peut être assuré par une exploitation rigoureuse de textes scientifiques relatifs à des données biologiques - qui ne relèvent pas du cadre local - ou à des résultats historiques.

L'apprentissage du dessin d'observation et des représentations graphiques (spectre des régimes alimentaires saisonniers, trajet du bol alimentaire...) peut constituer un objectif méthodologique prioritaire pour ce chapitre.

De plus, les aspects quantitatifs de l'alimentation animale peuvent donner lieu à des activités liées aux techniques opératoires sur des nombres entiers et décimaux dont l'enseignement est par ailleurs assuré en mathématiques.

2. La respiration des êtres vivants.

Les modalités de la respiration dans divers milieux.

Respiration pulmonaire, en particulier chez l'homme; respiration branchiale, respiration cutanée, respiration trachéenne, chez des animaux susceptibles d'être élevés au laboratoire.

La respiration des végétaux.

Mise en évidence des échanges gazeux respiratoires.

La fermentation, définition. Un exemple d'application pratique: la fermentation alcoolique.

À partir d'un exemple, choisi de préférence chez des animaux susceptibles d'être élevés en laboratoire et chez l'homme, on étudiera chacune des quatre modalités de la respiration (pulmonaire, branchiale, cutanée, trachéenne). Elle sera envisagée sous l'angle biologique : observation de mouvements respiratoires ; mise en évidence des courants, d'organes et de surface respiratoire ; idée de renouvellement du fluide à leur contact.

Le devenir de l'oxygène et l'origine du dioxyde de carbone peuvent être appréhendés sans que soient étudiés les mécanismes de transport des gaz aux organes. On se limitera à l'observation du développement et de la vascularisation des surfaces d'échanges et à l'étude de la relation directe permise par le réseau trachéen.

La mise en évidence expérimentale des échanges gazeux respiratoires chez les végétaux permettra, en outre, une généralisation de la fonction aux êtres vivants. L'étude de la fermentation alcoolique sera l'occasion de montrer que certains êtres vivants sont susceptibles de vivre en l'absence d'oxygène. On montrera l'intérêt pratique du phénomène.

Sur le plan méthodologique, le chapitre permet une initiation à l'emploi du microscope (observation de la capillarisation, de trachées...) et la mise en œuvre d'un petit matériel de laboratoire permettant de recueillir et de caractériser les gaz respiratoires. La complémentarité des observations directes et des données déduites de mesures pratiques est alors soulignée. Le chapitre permet donc d'utiliser les connaissances, les méthodes et les savoir-faire techniques acquis en sciences physiques. Par ailleurs, il se prête à une première éducation de l'esprit de synthèse, notamment par les relations qui peuvent être établies entre les quatre modalités respiratoires étudiées. Le premier niveau de formulation du concept de la respiration n'intégrera pas l'idée d'énergie, en raison de sa difficulté de compréhension.

3. Besoins nutritifs des végétaux.

Les végétaux chlorophylliens.

Alimentation en eau, sels minéraux; nécessité du dioxyde de carbone et de la lumière.

Les végétaux sans chlorophylle.

Étude expérimentale des conditions de vie d'une moisissure.

Ce chapitre permet une initiation au contrôle des variables, à l'analyse expérimentale. Or, cette initiation est nécessairement progressive ; c'est pour des raisons pédagogiques qu'il convient de ne pas placer cette étude immédiatement à la suite de l'alimentation animale.

À partir de l'analyse de pratiques culturelles et au moyen de cultures expérimentales effectuées en laboratoire, on étudiera les conditions de la production primaire. À ce niveau, il ne s'agit pas de comprendre la photosynthèse ; la nutrition végétale en rapport avec l'autotrophie ne constitue pas non plus l'objet du chapitre. La possibilité de croître des végétaux chlorophylliens (accroissement de la masse) est liée à la présence de chlorophylle, à la nécessité de la lumière, du dioxyde de carbone, à l'alimentation en eau (importance du flux hydrique) et en sels minéraux. On se limitera à présenter l'idée que les végétaux chlorophylliens en utilisant l'énergie lumineuse, et à partir des substances minérales puisées dans leur milieu de vie, peuvent élaborer des constituants de leurs organes (matière organique).

De même, c'est au moyen d'une culture et d'une étude expérimentale des conditions de croissance d'une moisissure que l'on montrera que les végétaux non chlorophylliens puisent de la matière organique et des substances minérales dans leur milieu de vie.

Le chapitre, à dominante expérimentale, doit permettre l'entraînement des élèves à formuler un problème biologique, à analyser les variables, à les sérier et à contrôler leurs effets, dans le cadre de la mise à l'épreuve d'une hypothèse opérationnelle. La formation concrète à des techniques, développant le sens pratique et l'habileté manuelle, est complétée par une initiation à des pratiques traditionnelles (culture de champignons, horticulture, arboriculture) ou à des technologies d'avenir (cultures sans sol, cultures in-vitro).

4. Signification de la nutrition et de la respiration chez les êtres vivants.

À l'échelle de l'organisme.

À l'échelle des organes.

À l'échelle du milieu naturel: vers le réseau trophique.

La matière organique produite par les végétaux chlorophylliens, ou prélevée par les végétaux sans chlorophylle et les animaux, sera reliée à la construction de l'organisme. Le chapitre implique le rapprochement des aspects étudiés de l'alimentation des animaux et des besoins nutritifs des végétaux. C'est une courte synthèse que l'on peut élaborer aux échelles de l'organisme et du milieu naturel. Cette généralisation, qui intégrera le bilan concernant la respiration étendue à l'ensemble des êtres vivants, représente la première étape vers la signification de ces fonctions. Il y a là une première occasion de montrer l'existence de transfert de matière entre producteurs, consommateurs de divers ordres, décomposeurs.

5. Reproduction sexuée.

Les comportements et les modalités biologiques de la reproduction de quelques animaux.

Cas d'un vertébré vivipare.

Cas d'un vertébré ovipare.

Généralisation des notions de fécondation, développement direct et indirect, à l'aide de quelques exemples choisis parmi les invertébrés.

La reproduction sexuée d'une plante à fleurs distinguée de la multiplication végétative.

La reproduction d'un vertébré vivipare et celle d'un vertébré ovipare sont étudiées sous l'aspect comportemental (rapprochement des sexes ou parade, mise en jeu des caractères sexuels, soin aux jeunes...) et sous l'angle de la transmission des caractères des parents (existence de variations liées à la reproduction sexuée).

Des observations directes, à partir d'élevages de petits mammifères ou d'oiseaux par exemple, seront complétées, chaque fois que cela sera possible, par l'étude pratique d'une fécondation in-vitro (Annélides, Oursins...).

Quelques exemples choisis parmi les invertébrés permettront de souligner les problèmes posés par la perpétuation de l'espèce dans le cas de développement indirect.

Compte tenu de sa très grande importance, scientifique et économique, le développement des insectes fera l'objet d'une étude complémentaire en cinquième sous un éclairage différent, tel celui de la lutte biologique.

On opposera, en outre, la reproduction sexuée d'une plante à fleurs à la multiplication végétative, en évitant la pluralité des supports.

Les aspects biologiques de l'étude : pollinisation, rencontre du pollen et des ovules, germination de la graine, motiveront l'observation d'une organisation florale et la description fonctionnelle des dispositifs anatomiques.

La dimension technologique peut concerner la multiplication artificielle des plantes, le forçage, et même les procédés modernes mis au point pour l'amélioration des espèces et leur perpétuation. Des aspects biotechnologiques (cultures de fragments de végétaux) peuvent être évoqués à ce niveau. Cependant, les applications des connaissances fondamentales sur les cycles de développement (exemple de la pisciculture, techniques aquacoles) seront abordées seulement en classe de cinquième, dans le cadre d'une étude des bases scientifiques de la gestion par l'homme des milieux naturels.

Ce chapitre permet de réaliser des observations de laboratoire, chez les animaux et les végétaux, à diverses échelles d'organisation, de la population à l'organisme et à la cellule, et de mettre en œuvre une démarche scientifique expérimentale.

Ancrée sur des pratiques humaines (conditions d'élevage et technologies nouvelles), qui sont liées à la production intensive et font appel aux acquis individuels des élèves, l'étude conduit à la très importante idée de la conservation de l'espèce et de la diversification des individus. Elle peut donner l'occasion, en outre, de mettre en place les premières données morphologiques, anatomiques et biologiques de la classification des êtres vivants.

Classe de cinquième

Les programmes de sixième et de cinquième sont complémentaires. Ainsi, les connaissances biologiques sur les fonctions

appréhendées en sixième sont réinvesties dans des situations diverses et complétées. La signification des fonctions est dégagée. De plus, l'accent est mis sur les interdépendances des êtres vivants, et sur les relations existant entre eux et les facteurs de leur environnement. Cette sensibilisation écologique est importante. En outre, le programme permet de consolider les connaissances sur les plans d'organisation des êtres vivants et les grandes lignes de la classification.

L'élève étudie les relations existant entre le milieu et les fonctions, d'une part, et les relations entre les espèces, d'autre part, ce qui permet un approfondissement et une généralisation des acquis de la classe de sixième.

L'élève est préparé à la compréhension de la signification biologique des fonctions, approfondit quelques aspects de son environnement et découvre les bases scientifiques et techniques de la gestion des milieux par l'homme.

1. Relation entre conditions de milieu, activité et fonction de nutrition

L'activité de l'organisme, la nutrition et les échanges respiratoires.

Idée d'un rapport entre activité et utilisation de l'énergie des aliments, à partir de trois exemples.

La vie ralentie, la vie active.

Germination, débourrement, hibernation et rythmes d'éveil.

La liaison entre conditions de milieu ou d'activité (repos, effort musculaire par exemple), et la fonction de nutrition considérée sur le plan de besoins de nourriture et des échanges respiratoires, peut être étudiée, à partir de trois cas différents : un homéotherme (l'homme) et deux hétéothermes (un reptile, un insecte par exemple).

On montrera que les relations entre fonctions différentes concourent au fonctionnement de l'organisme, au-delà des acquis antérieurs plus directement centrés sur l'idée que des appareils différents sont au service d'une même fonction.

L'étude contribue, en outre, à souligner la relation déjà établie entre organisation et milieu, sous l'angle de la correspondance entre mode d'accomplissement d'une fonction et caractère du milieu dans lequel elle s'exerce (par exemple le lien entre température, teneur en O₂ dissous, respiration branchiale et activité de l'organisme aquatique).

Des documents sur les relations existant entre intensité de l'activité et besoins nutritionnels peuvent faciliter cette étude.

Par ailleurs, l'exemple de passage de la graine de la vie ralentie à la vie active, ou celui du développement des bourgeons, des organes végétatifs, abordés sous l'angle des conditions nécessaires – notamment climatiques locales – et des phénomènes qui les accompagnent, permettent de souligner la relation milieu-fonctions de nutrition. Ce rapport peut aussi être établi à partir d'une étude documentaire sur l'hibernation (variation de la température du corps, de la masse, rythmes d'éveil).

2. Reproduction sexuée et reproduction asexuée: le peuplement des milieux.

La reproduction sexuée chez une plante à spores. L'étude de quelques exemples de reproduction et de développement: généralité et signification de la reproduction sexuée.

La reproduction asexuée et végétative. Signification.

L'étude de la reproduction d'une plante à spores et de deux nouveaux exemples d'animaux, tel un crustacé et un insecte d'élevage, complètera les connaissances de sixième sur la reproduction sexuée et conduira à une généralisation.

Un organisme se construit à partir d'un œuf résultant de la fécondation. Le nouvel individu, tout en manifestant les caractères de l'espèce et les caractères de ses parents est un être original. On montrera comment la colonisation du milieu peut être facilitée (développement indirect et dissémination). Mues et métamorphoses seront abordées dans ce chapitre.

Les études de la classe de cinquième complémentaires de celles de sixième permettront de souligner la diversité des modalités de reproduction assurant la conservation de l'espèce et le peuplement des milieux.

Par ailleurs, l'étude de deux à trois exemples de reproduction asexuée chez les animaux, et de multiplication végétative, permettra de montrer que dans tous ces cas un organisme se construit à partir d'une fraction d'organisme.

La multiplication contribue aussi à la colonisation du milieu. On limitera les différents modes de propagation et de dispersion, au profit de l'idée essentielle opposant la diversification des individus par la reproduction sexuée, à la reproduction conforme permettant la seule manifestation des caractères du parent chez les nouveaux organismes.

Des bilans systématiques seront établis dans ce chapitre, de façon préférentielle. Les sujets permettent aussi de parfaire l'apprentissage technique chez les élèves (utilisation d'instruments d'optique, conduite d'un élevage, d'une culture) et méthodologique (expérimentation sur les conditions de développement des espèces). Les données expérimentales directes peuvent donner lieu à des représentations graphiques associées à une exploitation mathématique adaptée au niveau des élèves.

L'ouverture du sujet sur les pratiques humaines d'amélioration et de conservation des espèces productives permet, en outre, la mise en œuvre de projets interdisciplinaires.

3. Les êtres vivants communiquent

Les êtres vivants communiquent entre eux et avec le milieu. Le système nerveux participe à l'unité de l'organisme en permettant la communication entre organes.

L'étude de réactions comportementales déclenchées par des stimulations externes permettra de souligner les notions de récepteurs sensoriels, de centres nerveux et d'organes effecteurs. C'est donc sous l'angle éthologique que sera construit ce premier niveau de compréhension du fonctionnement du système nerveux et de la communication entre organes.

4. Interdépendance des êtres vivants

Les comportements sociaux et la vie sociale.

L'étude d'un exemple de relation entre les espèces au sein d'un écosystème local.

Le parasitisme, la symbiose.

La production et la consommation, l'autotrophie et l'hétérotrophie, les réseaux trophiques et les équilibres naturels (un exemple de

réseau trophique en milieu terrestre, et un exemple en milieu aquatique).

À l'occasion des études concernant l'interdépendance des êtres vivants, on montrera l'importance du rôle de l'homme dans la gestion des milieux naturels et aménagés, en particulier dans leur exploitation et leur protection.

Ce chapitre permet de développer la prise de conscience de l'interdépendance entre les êtres vivants et des relations qui s'établissent entre eux et les facteurs de l'environnement.

Un exemple de vie sociale permettra de souligner d'une façon privilégiée l'importance de la communication entre les individus d'une même espèce, mais aussi des relations organisation-fonction.

Les relations interspécifiques seront analysées de préférence à partir de l'exemple d'un écosystème local afin d'obtenir une vue d'ensemble des interdépendances alimentaires dans la biocénose, des rôles des micro-organismes associés, de la diversité des relations existant entre les êtres vivants.

Deux modalités particulières de relations interspécifiques : le parasitisme et la symbiose seront approfondies à partir d'un exemple concret.

Dans le prolongement des études de sixième, c'est la comparaison sous l'angle des besoins alimentaires de la nutrition des animaux et des végétaux qui permettra de dégager les notions d'autotrophie et d'hétérotrophie.

Le réseau trophique emprunté au milieu terrestre doit permettre en, outre, d'aborder le problème de la transformation de la matière provenant des organismes morts, et de dégager la notion importante de cycle de la matière.

Le réseau trophique étudié en milieu aquatique peut fournir l'occasion d'aborder la microphagie et les conséquences écologiques du fonctionnement de dispositifs cilio-muqueux (concentration biologique).

Les multiples applications de la production (cultures, élevages industriels...) permettront de souligner le rôle de l'homme, notamment sa responsabilité dans la connaissance et la gestion des équilibres dynamiques de la nature.

Le rapprochement des données biologiques et des acquis des autres disciplines, notamment en histoire-géographie, permettra de souligner l'importante idée de pression de l'homme sur le milieu, et d'évolution dans le temps de l'ensemble de ses paramètres en interaction.

Abordé de façon motivante, chaque fois que cela est possible par une étude de terrain, ce chapitre synthétique permet donc une meilleure compréhension par les élèves des transformations du cadre local et de l'évolution régionale des ressources naturelles. Dans le cadre d'approches plus personnalisées, à partir d'enquêtes, d'analyses de données statistiques relatives à la production, aux rendements, en associant parfois un travail sur ordinateur, les élèves ont la possibilité de mobiliser des connaissances antérieures et de coordonner leurs acquisitions, par exemple en élaborant des représentations schématiques fonctionnelles (réseaux, cycle de matière).

L'ensemble des études précédentes permet d'établir progressivement les bases scientifiques de la gestion des milieux naturels par l'homme.

Ainsi seront soulignées les notions de prélèvement (récolte, pêche, chasse) de repeuplement des gisements naturels, d'aménagement ou valorisation des zones à haute productivité, et de production intensive de type industriel.

Ces études permettront aussi une information des élèves sur quelques exemples de technologies nouvelles de cultures ou d'élevages intensifs utilisés par l'homme dans le cadre des problèmes suivants :

- l'amélioration de la production alimentaire,
- la protection des cultures et élevages,
- la sauvegarde des richesses naturelles.

Ces secteurs de l'activité humaine et les perspectives d'avenir seront situées, notamment dans le cadre des PAE, dans leurs relations avec les vastes et difficiles problèmes de la faim dans le monde, de l'exploitation de la mer et des sols, de la gestion de l'environnement.

De cette complémentarité des apports disciplinaires dépend la compréhension par l'élève de son milieu de vie, des transformations du monde contemporain et, dans une certaine mesure, des axes actuels de la recherche.

Méthodes et démarches pédagogiques (classe de 6^e et de 5^e)

L'investigation des phénomènes biologiques repose en grande partie, dans les classes de sixième et de cinquième, sur une démarche d'analyse. À partir de l'observation de la diversité des modalités fonctionnelles et des plans d'organisation des êtres vivants dans leurs milieux naturels, le biologiste dégage des niveaux d'explication. Il ne perd toutefois pas de vue la complexité propre aux différents niveaux : organismes, populations, peuplements.

Le professeur prend en compte cette orientation et les capacités de compréhension de ses élèves pour définir les exigences scientifiques de son enseignement. Celles-ci correspondent à des niveaux différents de formulation des concepts essentiels et s'établissent en fonction d'une gradation des difficultés entre les classes de sixième et de cinquième, afin d'assurer une progression dans les acquisitions. Par la façon d'aborder les connaissances exigibles, par une conduite de la classe intégrant l'évaluation, le professeur adaptera en permanence son enseignement.

1. La nature des sujets : des problèmes scientifiques.

Formulés à partir des données de l'environnement proche des élèves, ou des préoccupations d'actualité, donc sur une base concrète, les problèmes scientifiques concernant des phénomènes dynamiques placent la classe en situation de recherche et induisent une démarche explicative. Le plan de la leçon reprend les problèmes successifs relatifs au sujet, quelle que soit la méthode pédagogique choisie.

2. L'intégration des études d'organisation et des études pratiques.

Les supports anatomiques et histologiques, et le vocabulaire de base correspondant, sont introduits au moment où ils servent la compréhension des phénomènes dynamiques étudiés. De même, les études pratiques : observations concrètes des matériels, analyse expérimentale, expérimentation, sont organisées en séquences intégrées à la démarche explicative, à la compréhension des mécanismes biologiques étudiés.

3. L'organisation du savoir dans la production écrite et graphique des élèves.

L'action pédagogique vise à constituer un savoir cohérent qui se caractérise par la capacité qu'ont acquise les élèves de dégager les connaissances et les méthodes essentielles, de les mobiliser immédiatement dans des situations nouvelles.

Diverses techniques peuvent y contribuer :

- résumé élaboré selon un plan scientifique incluant démarches pédagogiques, moyens et supports choisis, bilans, dessins d'observation liés au raisonnement, dessins et schémas fonctionnels ou traduisant les mécanismes biologiques ;
- résumés synthétiques ;
- schémas traduisant les étapes d'un phénomène dynamique ou les explications aux niveaux d'organisation...

4. La diversité des relations au sein de la classe.

La prise en compte des connaissances initiales des élèves, ou de leurs représentations parfois préscientifiques des phénomènes étudiés, est toujours nécessaire. Sur la base de cette situation de classe, établie par des échanges mutuels ou une confrontation des acquis individuels, le professeur crée les conditions d'un rapprochement entre ces acquis et des données documentaires. L'investigation du document, motivée par le problème à résoudre, aboutit le plus souvent à un dialogue entre les élèves. Il convient de le privilégier puisqu'il développe l'écoute, la capacité à argumenter, à formuler parfois des remarques critiques.

5. La pédagogie différenciée.

C'est la liberté pédagogique des professeurs qui leur permet d'adapter les pratiques de la classe aux capacités des élèves et de les faire progresser grâce à une participation active.

La diversité des élèves nécessite une prise en compte des difficultés individuelles et des rythmes propres de travail.

En vue d'atteindre des objectifs communs le professeur diversifie :

- les cheminements pédagogiques,
- l'organisation du travail collectif, individuel, en groupes restreints,
- le rythme et la nature des séquences pédagogiques au sein d'une même leçon,
- les types de relations dans la classe (professeur-classe ; professeur-élève ; élèves entre eux),
- l'utilisation des matériels dont il dispose (expérimental, audiovisuel, informatique).

6. Thèmes transversaux et réalisations techniques.

Organisé, chaque fois que cela est possible, à partir d'études de terrain et de travaux pratiques, l'enseignement des sciences et techniques biologiques et géologiques permet de mieux comprendre les activités humaines. Dans les domaines de la santé et de l'environnement, de l'utilisation des ressources naturelles, de la gestion des milieux, cet enseignement concerne des connaissances que l'élève est appelé à rencontrer dans d'autres disciplines.

L'accès à la connaissance des réalisations techniques de production et d'exploitation des ressources, qui relèvent de l'application des connaissances fondamentales, suppose une initiation des élèves à ces techniques. Il s'agit là d'un élargissement véritable des connaissances acquises en classe.

7. Utilisation de l'informatique.

Les diverses utilisations pédagogiques de l'informatique seront envisagées : expérimentation assistée par ordinateur, exploitation de banques de données, didacticiels. L'emploi associé du micro-ordinateur et du vidéodisque peut représenter aussi un avantage dans l'enseignement tant sur le plan des connaissances fondamentales que sur celui des réalisations techniques.

Évaluation

Lorsque l'évaluation intervient au terme d'une phase clairement définie d'une progression pédagogique, elle permet de dresser un bilan des acquisitions scientifiques. L'évaluation périodique, à la fin de l'étude d'une fonction par exemple, comporte des questions indépendantes, centrées sur des objectifs privilégiés que l'on a poursuivis. Cette évaluation situe les progrès individuels des élèves et permet d'orienter les actions pédagogiques ultérieures. Cette pratique est parfois appelée évaluation sommative.

Lorsque l'évaluation fait partie intégrante de l'action pédagogique et l'accompagne au cours de la progression, elle permet au professeur de vérifier si l'élève a acquis les connaissances et les méthodes nécessaires pour atteindre l'objectif visé et de le faire ainsi progresser.

Cette évaluation permet donc au professeur d'analyser la nature des difficultés des élèves. Elle le renseigne sur la nature et l'importance de l'effort à accomplir pour acquérir des connaissances que les élèves identifient bien et qui sont à leur portée.

Cette évaluation s'applique en premier lieu au développement des compétences qui consistent à observer, à décrire, à classer, à analyser. Elle accompagne notamment l'élève dans l'apprentissage des démarches scientifiques. Cette démarche est dite parfois évaluation formative.

Classe de quatrième

Par l'enseignement de la géologie, qui met en œuvre des outils originaux (photographies aériennes, images de satellites...), l'élève acquiert des notions sur les constituants de la lithosphère et leur évolution ainsi que sur la Terre et son histoire. Il étudie des problèmes d'environnement et des problèmes nés de l'utilisation de certains constituants du globe, ce qui éduque son sens des responsabilités.

Grâce à cette science historique, l'élève apprend, par le jeu de la réflexion et de l'imagination, à élargir sa vision de l'espace et du temps.

Par l'enseignement de la biologie humaine, l'élève prend conscience de ses comportements, acquiert des connaissances sur la transmission de la vie.

A. Géologie

À l'occasion des différentes études, on met en évidence quelques problèmes géologiques en liaison avec le gisement, l'exploitation et les propriétés de roches régionales (quatre au maximum) intervenant dans l'environnement ou dans les activités humaines.

Une manifestation de l'activité du globe: le volcanisme. Mise en place, structure de la roche, origine d'une lave. Formation de la croûte océanique.

Les autres manifestations de l'activité du globe : séismes, déformation des roches.

Continents, océans, structure du globe.

Tectonique globale.

La circulation de matière dans le globe : origine des roches métamorphiques et des roches magmatiques.

Trois roches d'une série métamorphique (gisement, structure).

Une roche granitique (gisement, structure).

Histoire de deux roches sédimentaires d'origine différente (sable, calcaire marin fossilifère, etc.). Leur place dans une série sédimentaire. Histoire de leur bassin sédimentaire.

Cycle des roches. Vue d'ensemble sur les roches: critères de détermination.

Les grands traits de l'histoire de la Terre.

Mise en jeu de la responsabilité humaine. Un sujet au choix parmi les suivants:

Une roche énergétique: techniques d'exploitation, caractères, origine. Vue d'ensemble sur les roches énergétiques. Ressources non renouvelables.

Gestion des nappes phréatiques.

La détection et la prévention des risques naturels: volcanisme, séismes, glissements de terrain.

B. Biologie humaine

Transmission de la vie.

Aspects comportementaux.

Aspects biologiques et physiologiques: cycles sexuels, fécondation, bases physiologiques de la contraception, régulation des naissances.

Principales maladies sexuellement transmissibles.

Complément au programme de 4^e

Intercalée entre l'enseignement de la biologie, animale ou végétale, et celui de la biologie humaine, la géologie se situe en continuité et en complémentarité avec le cycle d'observation.

À l'ouverture sur l'environnement biologique des élèves, s'ajoutent la compréhension du milieu physique et la prise de conscience de la part de la géologie appliquée dans la vie quotidienne et dans l'évolution de l'environnement. L'enseignement de la géologie développe tout particulièrement le sens de l'espace et celui de l'ampleur du temps.

L'étude de la transmission de la vie s'adresse à des adolescents en cours de puberté ou l'ayant dépassée. Elle fournit une information scientifique simple, précise et cohérente, exempte de recettes, capable d'apporter un complément de formation scientifique.

Les durées prévues pour les enseignements de géologie et de biologie sont respectivement de 4/5 et 1/5 de l'année scolaire.

Géologie

Les objectifs

En classe de 4^e, les élèves appliquent à un savoir nouveau susceptible d'éveiller leur curiosité, la dynamique du globe terrestre, une formation méthodologique acquise antérieurement qu'ils vont approfondir et diversifier. Cet enseignement constitue à la fois une première étape de formation pour les élèves qui demeureront dans l'enseignement général au lycée et un ensemble cohérent, simple et clair permettant la compréhension des informations atteignant l'adulte pour ceux qui se dirigeront vers d'autres voies.

L'enseignement de la géologie perfectionne la maîtrise des techniques, l'aptitude à la communication, la curiosité et l'esprit d'observation, les capacités d'analyse. Il développe tout particulièrement l'imagination créatrice, les capacités de raisonnement et de déduction, le sens de l'espace et celui de l'écoulement du temps, l'ampleur des synthèses et l'aptitude à l'abstraction.

L'enseignement de la géologie assure autant une connaissance régionale, une compréhension de l'environnement, un affinement du sens des responsabilités qu'une perception à un premier niveau, de la dynamique et de l'histoire de la Terre, dans une vision moderne de l'évolution de la science. Les connaissances acquises en classe de quatrième demeurent donc simples, limitées mais logiquement structurées; excluant l'encyclopédisme, privilégiant les méthodes actives, il initie aux démarches, aux attitudes et aux méthodes du géologue; il rend l'élève capable d'adopter le comportement du géologue, donc l'attitude scientifique au contact des régions découvertes et des objets géologiques récoltés lors de ses activités scolaires ou extra-scolaires de jeune puis d'adulte.

Les démarches et les moyens

Une couverture complète du programme et l'abord de l'ensemble des notions, impliquent une programmation annuelle trouvant sa souplesse dans le nombre d'exemples traités selon les circonstances. L'enseignement de la géologie occupera les 4/5 de l'année scolaire à raison d'une heure chaque semaine et d'une heure de quinzaine non contiguës.

Des travaux pratiques sur le terrain seront réalisés autant qu'il sera possible. Etabli par le professeur, l'ordre de traitement des chapitres du programme dépendra en partie des ressources de la géologie régionale et assurera la construction d'un édifice harmonieux réinvestissant constamment les acquis antérieurs.

Les situations géologiques concrètes permettent l'analyse des phénomènes dynamiques et leur explication à un niveau donné ainsi qu'une liaison renforcée entre les aspects fondamentaux et appliqués de la connaissance; ceci assure la continuité de démarche scientifique avec le cycle d'observation.

Comme en biologie, mais à partir d'ensembles souvent plus vastes, observation et analyse aboutiront à la formulation de problèmes à résoudre; tantôt induites, tantôt déduites par un raisonnement logique, des hypothèses naîtront. La démarche du géologue trouve son originalité dans le fait que la vérification des hypothèses passe, en classe de 4^e, non par l'expérimentation, mais par la sommation d'observations nouvelles exploitées selon une rigoureuse logique. L'attitude intellectuelle fondamentale dans l'enseignement de la géologie du premier cycle est donc hypothético-déductive. Le fait que les dimensions du globe et la durée des temps géologiques ne permettent d'aboutir qu'à des théories plus ou moins probables sera souligné et encouragera le désir de recherches et d'investigations ultérieures.

On se gardera d'introduire, en classe de 4^e, même à l'aide de documents, des expérimentations dépassant le niveau de compréhension des classes, à propos de l'origine des roches métamorphiques ou magmatiques par exemple. De même, on évitera un excès de manipulations visant à mettre en évidence une simple propriété physique. Les modèles, parfois réalisables, seront minutieusement discutés et on montrera combien la différence d'échelle rend les extrapolations aléatoires. A ces occasions, on se limitera au niveau acquis en physique et en chimie: le vocabulaire adopté sera commun aux sciences expérimentales et conforme aux normes.

Les outils sont des moyens à mettre en œuvre selon les problèmes géologiques étudiés et concourent à leur solution. Pas plus que les généralités chronologiques ou structurales, ils ne sauraient constituer le sujet de leçons autonomes, notamment en début d'année.

Les outils à la disposition du maître vont des plus traditionnels aux plus modernes: observation des gisements et récoltes réalisées sur le terrain, objets issus des collections, documents cartographiques, documentation locale rassemblée au laboratoire et ressources du C.D.I., photographies aériennes et images issues de la télédétection, logiciels...

La carte topographique sera exploitée au moment du besoin, l'apprentissage de son usage se situant naturellement en géographie. Dense, synthétique, au langage codé difficile, la carte géologique régionale gagnera à être construite progressivement, avec le secours éventuel d'un logiciel, plutôt que d'apporter une réponse prématurée aux interrogations.

Le mode d'obtention et de traitement des images satellitaires ne sera pas abordé; on se limitera à la technique de lecture des observations qu'elles permettent.

La pétrographie occupe une place particulière, à la fois objet et moyen. La connaissance des roches sera acquise progressivement, au fil de l'étude des problèmes géologiques dans lesquels elles interviennent. En fin d'année, les acquis seront regroupés en un ensemble encore partiel mais cohérent.

L'usage de l'informatique se développera au fur et à mesure de la mise en place de matériels et de logiciels adaptés. L'aide à la détermination des roches et des fossiles, les banques de données (séismes, volcanisme, métamorphisme, mesures topographiques, thermiques... par télédétection), l'aide au tracé des profils topographiques et des coupes géologiques, la construction de blocs-diagramme, l'aide à la reconstitution paléocéologique ou paléogéographique sont, entre autres, des applications possibles.

Sollicitant les aptitudes des élèves sous des formes nouvelles, l'enseignement de la géologie permet d'évaluer l'évolution des diverses aptitudes de l'élève tant par l'observation de son comportement en classe que par des exercices judicieusement choisis. Il contribue ainsi à des décisions d'orientation positive, bien comprises de l'élève et de sa famille.

Pour cela, on préparera par des exercices courts et centrés sur des objectifs de formation identiques la réussite aux exercices-bilan destinés à l'évaluation de ces objectifs (cf. compléments pour les classes de 6^e et de 5^e).

L'enseignement de la géologie sera ouvert sur le monde extérieur. Partant de son observation, il permettra à l'élève de comprendre les manifestations de l'activité économique d'une région, de garder l'esprit critique vis-à-vis des informations reçues concernant les problèmes de ressources naturelles et de sources d'énergie, les manifestations géodynamiques, d'apprécier la part de la géologie dans les problèmes d'environnement et de protection de la nature.

Les contenus

Initiation méthodologique d'importance toute particulière, la première partie du programme a pour but de faire prendre conscience à l'élève de l'importance de la géologie dans son environnement, de lui apprendre à observer en géologie pour parvenir à formuler des problèmes, sujet de quatre études au maximum ne dépassant pas trois semaines. Les observations locales et régionales effectuées dans un rayon de quelques kilomètres suffisent, en général, pour montrer la variété des roches et la diversité de leurs utilisations, directement ou après traitement, par l'homme. Les données recueillies par observation directe ou par documentation, fournissent des renseignements sur les gisements et les modes d'exploitation. Elles conduisent à l'explication géologique de la situation de l'agglomération, de l'emplacement d'un abreuvoir ou d'une source, de l'implantation de la végétation. Hors de toute étude pétrographique exhaustive et monographique, la solution apportée aux problèmes posés fera apparaître des liens entre quelques propriétés des roches choisies, le mode et l'ampleur de leur gisement, les moyens d'exploitation, leur utilisation par l'homme et les caractères de l'environnement. Les problèmes d'origine pourront être posés pour être résolus ultérieurement dans une perspective dynamique.

Essentiellement fondées sur des travaux pratiques sur le terrain et au laboratoire, ces études permettront une approche concrète immédiate avec les roches et initieront au maniement de quelques outils du géologue. Compte tenu de la liberté de programmation et de progression laissée au professeur pour la suite de l'année, il est nécessaire qu'une roche sédimentaire au moins ait été envisagée et l'ampleur possible de son accumulation, notée.

Relevant de la dynamique interne du globe, les trois chapitres suivants sont logiquement liés entre eux. La prise de conscience de l'ampleur, de la vitesse, de la durée des mouvements de matière dans le globe et de la valeur des forces qui les provoquent contribue à rassembler, en respectant le niveau de la classe de 4^e, les éléments essentiels qui permettront d'édifier la théorie de la tectonique globale. Cette théorie sera ensuite investie dans l'explication du dynamisme constaté, dans celle de l'origine des roches métamorphiques et des roches magmatiques, dans la mise en place de certains gisements de roches sédimentaires.

Un exemple de volcanisme actuel, complété par un minimum de données sur le volcanisme ancien permettra de comprendre la mise en place d'une coulée volcanique, la structure de sa lave, son origine, ses rapports avec le socle et les relations entre ces éléments.

La répartition mondiale du volcanisme orientera vers l'activité des dorsales océaniques dont l'étude sera facilitée par les documents issus des explorations sous-marines. Le problème de la formation de la croûte océanique par accréation sera alors posé et résolu au niveau voulu à l'aide de documents obtenus par sondage, carottage, mesure de l'éloignement des continents, relevé de l'inversion du champ magnétique.

À cette occasion, comme à celle des chapitres suivants, seront confrontés des documents aux diverses échelles, planétaire,

régionale, locale (gisement) et ponctuelle (roches et minéraux). L'importance des techniques dans l'acquisition des connaissances géologiques nouvelles sera soulignée au fil de la progression.

Les déformations des roches ne seront pas l'objet de longues descriptions typologiques. Constatée à différentes échelles, de la roche à la chaîne de montagne, l'existence des plis et des failles induira l'idée de l'ampleur des masses affectées, des forces et de la durée nécessaires.

Dans le même esprit, de l'étude des séismes ne seront retenus que les arguments conduisant à un premier modèle de structure du globe dans lequel les continents et les océans seront opposés par leur morphologie, la nature et l'âge de leurs roches constitutives, les méthodes de chronologie absolue n'étant pas abordées. Des hypothèses seront émises sur la constitution des masses internes, la notion de lithosphère étant explicitée plus précisément, compte tenu des données accessibles à la classe.

Les lignes essentielles de la théorie de la tectonique globale pourront alors être tracées. L'existence des plaques limitées par les zones d'accrétion, la nécessité d'une subduction complémentaire de l'accrétion, l'emplacement et l'origine des fosses, des chaînes de montagne, du volcanisme océanique, du volcanisme continental seront reliés en un ensemble cohérent fondé sur la structure et la mobilité permanente de la lithosphère.

La circulation de la matière dans le globe est liée à la mobilité lithosphérique. Son étude se fonde au départ sur la connaissance concrète de la structure, du gisement et des relations avec les roches environnantes de trois roches d'une série métamorphique – régionale de préférence – et d'une roche granitique au sens le plus large du terme. Les roches sédimentaires ne sont appréhendées pour le moment que par leur dominance argilo-calcaire et la puissance des accumulations possibles, observables sur le terrain.

La recherche de l'origine des roches met en jeu la valeur explicative de la théorie de la tectonique globale. Celle-ci montre que les accumulations sédimentaires sont entraînées par subduction dans la profondeur de la lithosphère où elles subissent divers accroissements de température et de pression. Le métamorphisme sera décrit comme l'apparition de minéraux nouveaux aux dépens des constituants originels sans modification de la composition globale; la diversité de ses faciès ne sera pas abordée. Le magmatisme commence au moment où les roches métamorphiques parviennent, en présence d'eau, aux zones de fusion.

Le rôle de la mobilité de la lithosphère dans le développement des pressions permettant la remontée, lente ou rapide, locale ou massive, d'un magma sera établi et relié à la composition et à la structure des roches magmatiques affectées.

Au terme, le fonctionnement de la lithosphère doit apparaître comme un système cohérent capable d'expliquer la genèse et la mise en place des roches sur les continents et sous les océans. La liaison avec les orogénèses sera mentionnée. La discussion de la théorie de la tectonique globale et la recherche causale de la mobilité de la lithosphère ne relèvent pas de la classe de 4^e.

La reconstitution de l'histoire de deux roches sédimentaires, régionales de préférence, doit apporter une connaissance suffisante des caractères et des propriétés de ce groupe de roches, ainsi qu'une prise de contact avec la paléontologie et les principes de stratigraphie, une mise en œuvre d'une partie des phénomènes géologiques externes, une prise de conscience de la dimension historique des sciences géologiques.

En remontant des effets aux causes, la reconstitution du milieu et du mode de formation des deux roches sédimentaires choisies permettra de confronter les données pratiques et théoriques dans une démarche typiquement inductive.

Fondée sur les caractères de la roche et la nature de ses fossiles, la reconstitution du milieu de vie, première initiation à la paléocéologie, fera appel au principe de l'actualisme dont les limites d'application seront discutées afin d'éviter l'impression de statisme. Le principe de continuité ou de passage latéral de faciès aidera à élaborer une paléogéographie dont l'évolution dans le temps permettra d'expliquer la succession des formations, dégagant ainsi le principe de superposition. Les causes des variations paléogéographiques seront reliées, dans la mesure du possible, aux mouvements de la croûte continentale, partant à la géodynamique interne.

À cette étape de l'enseignement, l'élève connaît la possible transformation des roches sédimentaires en roches métamorphiques puis en roches magmatiques et le résultat de l'érosion de ces formations. Le moment est venu de montrer l'importance des phénomènes géologiques externes – érosion, transport, sédimentation, diagénèse – dans la formation et l'accumulation des roches exogènes, de construire le cycle des roches dans le globe au fil du temps, dont l'ordre de grandeur sera donné. La relation génétique entre les trois groupes de roches est ainsi renforcée en même temps qu'apparaissent mieux encore les effets du dynamisme interne du globe.

Établir les critères de détermination des roches est d'une part un exercice de synthèse qui mobilise le savoir précédemment acquis sur les structures, les propriétés, les gisements et les origines et, d'autre part, une formation pratique qui apprend à l'élève à déterminer le groupe d'appartenance d'une roche récoltée afin de mieux comprendre son rôle dans la région parcourue. Les ouvrages simples du commerce et les clés de détermination informatisées – quand elles seront disponibles – sont les outils de ce travail mené à un niveau simple, à l'abri de toute revue exhaustive.

L'étude, également synthétique, des grands traits de l'histoire de la Terre a pour but:

- d'émettre l'hypothèse d'une permanence des causes des manifestations de la géodynamique interne, au moins pendant les périodes accessibles à l'élève,
- d'expliquer les changements progressifs de la géographie au cours des ères,
- d'évaluer la lenteur en se fondant sur la vitesse de déplacement des plaques actuelles,
- d'associer le dynamisme propre de l'évolution de la vie aux changements géographiques,
- de justifier par les phénomènes géodynamiques et paléontologiques connus, les grandes coupures (ères et parfois périodes).

Les indications de durée absolue seront seulement fournies.

À ces fins, on se fondera:

- sur une reconstitution de l'évolution du globe pendant un laps de temps au choix du professeur: position et mouvement des plaques, ouverture des océans, formation des chaînes de montagne,
- sur les aspects de la vie à quelques moments clés de son histoire tels que vie marine à l'orée de l'ère primaire, vie continentale à la fin de la même ère, diversification des formes au cours de l'ère secondaire, acquisition des aspects actuels à l'ère tertiaire. La place de l'Homme dans l'évolution, sa progressive emprise sur les milieux et les espèces sera soulignée et située dans le temps.

Le sujet de géologie appliquée choisi doit montrer la mise en jeu de la responsabilité humaine dans la gestion de la partie accessible du globe terrestre. Le savoir géologique récent uni aux connaissances biologiques antérieures donnera une dimension nouvelle à la compréhension des problèmes d'environnement.

La roche énergétique sera abordée en tant que ressource non renouvelable à l'échelle humaine ; la longue durée de la genèse du

gisement sera opposée à la rapidité de son exploitation. On montrera l'impact de l'application des techniques modernes de détection et d'accès à la formation, des techniques d'exploitation, de l'évolution des besoins sur la prévision exprimée en années des ressources disponibles, d'où la nécessité de ne pas dilapider le patrimoine initial.

Les mêmes intentions animeront l'étude de la gestion des nappes phréatiques, ressource le plus souvent renouvelable. La typologie des nappes étant exclue, l'exemple local choisi sera abordé quantitativement et qualitativement : alimentation de la nappe, évolution, exploitation (vie humaine et animale, irrigation, géothermie). On insistera sur la nécessité d'une gestion mesurée et non polluante.

L'étude d'un risque naturel partira du rassemblement de toutes les informations disponibles: archives, observations, mesures topographiques, données thermiques, données sismiques, renseignements fournis par la télédétection..., concernant la dynamique géologique du risque. On montrera comment l'évolution convergente de la valeur de ces données rend probable un danger né du risque. La difficulté d'aboutir à une certitude et celle qui en découle de la prise d'une décision concernant les populations sera mise en évidence.

Au terme de l'année, l'élève saura à la fois faire parler les objets géologiques locaux rencontrés en diverses occasions, les replacer au sein de l'histoire de la Terre, comprendre la dimension géologique des problèmes généraux auxquels il sera confronté. Muni de méthodes intellectuelles de portée générale soutenues par un savoir encore partiel quoique précis, il pourra selon ses désirs ou ses besoins, étendre sa culture géologique soit grâce à un enseignement ultérieur, soit par ses lectures, recherches ou informations personnelles.

Biologie humaine

L'étude de la transmission de la vie, d'une durée de six semaines environ, comporte un panorama complet des phénomènes biologiques se déroulant de la puberté jusqu'à l'accouchement et à la lactation ; les cycles sexuels, la fécondation et la régulation des naissances sont l'objet d'un approfondissement.

L'observation des comportements et le recensement des manifestations fonctionnelles susceptibles d'être connues des élèves permet d'aboutir à des questions d'ordre physiologique ; les réponses recherchées, progressivement enchaînées, reconstituent alors l'ensemble ordonné de la fonction de reproduction.

Cette étude est essentiellement fonctionnelle; la description des organes génitaux est simplifiée autant qu'il est possible et demeure au niveau explicatif. Le niveau cellulaire n'est atteint qu'à propos des gamètes dont la production est seule abordée en classe de quatrième.

L'étude des cycles sexuels féminins met en évidence le synchronisme fonctionnel des organes génitaux et pose le problème de sa commande. La notion de sécrétion hormonale est établie avec simplicité en se limitant aux œstrogènes et à la progestérone. L'existence d'une commande plus centralisée est mentionnée sans détails sur les messagers.

La régulation des naissances, objet de la contraception, est replacée dans son contexte social afin de développer le sens du respect de la vie et celui des responsabilités du futur citoyen et parent.

La recherche des moyens de la contraception constitue une application directe des notions de physiologie acquises. La raison fonctionnelle des procédés mécaniques, chimiques et biochimiques est dégagée en insistant particulièrement sur le nécessaire respect du calendrier que les méthodes hormonales impliquent.

L'avortement dont les limites légales de prescription seront indiquées, apparaît alors non comme une méthode de contraception mais comme le palliatif exceptionnel d'un accident de contraception ou d'une situation difficile. Il sera à nouveau mentionné en classe de troisième comme traitement préventif d'une anomalie grave décelée in utero (mongolisme).

Les maladies sexuellement transmissibles ne sont pas l'objet de longues monographies indépendantes. Une revue succincte de leurs symptômes et de leurs agents oriente l'étude sur le mode de transmission, la contagiosité, les conséquences à long terme de leur chronicité. La probabilité de succès des traitements actuels et le pronostic final seront indiqués.

Ces données permettent d'insister sur la nécessité sociale et personnelle de la prévention. Le rôle majeur de la responsabilité individuelle dans la pratique et le choix des moyens de cette prévention sera fermement souligné.

Classe de troisième

L'élève aborde la physiologie humaine et l'explication des mécanismes jusqu'au niveau cellulaire. Il découvre des réalisations technologiques modernes, applications actuelles des connaissances fondamentales.

Les sujets étudiés contribuent à une prise de conscience de la responsabilité individuelle dans le domaine de la santé.

Reproduction, hérédité: le remaniement du programme génétique.

Déterminisme chromosomique du sexe et de certaines anomalies.

Cas du mongolisme.

Les chromosomes.

Supports de l'information codée.

La reproduction conforme des chromosomes.

Multiplication de la cellule-œuf.

Transmission de l'information aux cellules de l'organisme.

Le brassage de l'information génétique.

Formation des gamètes.

Répartition des chromosomes paternels et maternels à la fécondation.

Nutrition, métabolisme

L'étude des fonctions (digestion, respiration, excrétion) met en évidence les notions de renouvellement biologique, d'utilisation de l'énergie des aliments, d'élimination des déchets.

La digestion.

Étude expérimentale d'une digestion. Rôle des enzymes digestives.

Étapes de la transformation chimique des aliments.

L'absorption intestinale et la circulation des nutriments.

L'assimilation.

Synthèse de matière organique. Rôle de la synthèse de la matière organique dans le renouvellement et la croissance cellulaire.

La respiration.

Mouvements respiratoires, échanges au niveau des poumons.

Transport sanguin respiratoire, respiration cellulaire.

Oxydation des métabolites et libération d'énergie.

L'excrétion urinaire.

Rôle dans la régulation de la composition du milieu intérieur.

L'alimentation.

Variété et équilibre de l'alimentation. Principes de diététique.

Activité cardiaque et circulation

Contraction cardiaque.

Circulation générale et circulation pulmonaire.

Circulation et activité humaine: l'adaptation à l'effort.

Accidents cardio-vasculaires.

Études de comportements humains

Analyse des réactions aux stimulations de l'environnement.

Élaboration de la sensation tactile.

Danger des toxicomanies: alcoolisme, tabagisme, drogue.

Reconnaissance du non-soi et la défense du soi

Les réponses cellulaires et humores du système immunitaire.

La spécificité immunologique.

Infections microbiennes, greffes, transplantations et réactions de l'organisme.

Groupes sanguins et transfusions sanguines.

Méthodes de prophylaxie et thérapeutiques.

Amplification et renforcement du système immunitaire: vaccinothérapie, sérothérapie.

Asepsie, antisepsie, chimiothérapie et usage d'anticorps.

Utilisation biomédicale et agroalimentaire de micro-organismes.

Le professeur insiste sur la diversité et la complexité du monde microbien.

Chaque fois que cela est possible, il met en évidence l'apport de la biotechnologie à la médecine, aux industries agroalimentaires. Utilisation des microbes dans la production d'aliments.

Compléments

I. Orientations

La classe de troisième constitue une étape dans la maîtrise de méthodes et dans l'acquisition d'une culture biologique, préparant aux études ultérieures, fondement nécessaire d'une éducation à la responsabilité dans le domaine de la santé.

Le programme, centré sur l'Homme, prolonge les acquisitions des classes antérieures. Cependant, au-delà de la diversité précédemment constatée, les études convergent plus nettement vers ce qui fait l'unité du vivant, notamment la signification des fonctions concourant au fonctionnement de l'organisme, la défense du soi, la transmission du programme génétique. Les explications, limitées jusque-là pour l'essentiel au niveau des organes, et qui gagneront progressivement au lycée celui des ultrastructures et des molécules, commencent à atteindre le niveau cellulaire.

Cohérent avec ce qui précède quant aux contenus, l'enseignement l'est aussi sur le plan des méthodes. Conformément aux objectifs généraux du collège, les objectifs de formation, marqués par la spécificité des sciences biologiques, restent les mêmes. L'accent est mis notamment, de nouveau, sur le développement d'une attitude scientifique.

La dimension culturelle de cet enseignement tient à la place qu'il fait aux aspects et aux applications technologiques de la connaissance fondamentale, aux liens qu'il établit entre celle-ci et la vie courante, à son ouverture aux autres domaines du savoir et aux problèmes économiques, sociaux, culturels, éthiques soulevés par l'évolution accélérée de la biologie contemporaine.

Aidant chaque élève à mieux se connaître, l'enseignement de biologie dans cette classe le forme à comprendre les informations nouvelles, issues par exemple des médias, le conduit à un premier niveau d'éducation à la santé, contribue à sa formation civique en le préparant à exercer mieux ses responsabilités individuelles, familiales, sociales.

II. Méthodes et moyens

L'organisation et la conduite de l'enseignement sont fondées sur les principes déjà définis pour les classes antérieures, et notamment pour l'enseignement de biologie en classes de sixième et cinquième.

Une **programmation rigoureuse** est plus que jamais indispensable. Il convient en effet d'assurer la couverture du programme, nécessairement ample, car il vise à fournir à des élèves dont beaucoup ne recevront plus d'enseignement de biologie les connaissances indispensables à la compréhension du fonctionnement de leur organisme et des faits dominants de l'actualité biologique et médicale.

Cette programmation, ainsi que l'organisation des sujets, relèvent de la responsabilité de chaque enseignant. Des durées possibles sont cependant mentionnées pour chaque partie, à titre indicatif.

Une **identification des objectifs** poursuivis dans le cadre du programme (contenus et méthodes) est nécessaire pour le bon exercice de cette responsabilité.

Des **problèmes scientifiques** fondent les sujets. Ils sont formulés à partir de faits d'observation, de données d'actualité, de

l'expérience des élèves, en tenant compte de leurs acquis antérieurs. Une démarche explicative visant à résoudre chacun de ces problèmes permet d'organiser progressivement les connaissances et en même temps d'atteindre les objectifs de méthodes.

Des **méthodes actives caractérisent** l'enseignement. Les élèves contribuent, sous la direction du professeur, à la formulation des problèmes, à la définition des étapes et des moyens susceptibles de permettre leur élucidation. Ils participent à celle-ci par leurs activités d'observation, de réflexion, de manipulation, d'expérimentation. Ils prennent part aux bilans et aux synthèses.

Une **diversification des activités** est recherchée. Le travail, préparé et prolongé, sans exagération, hors de la classe, s'effectue en classe tantôt collectivement, sous la forme d'un dialogue organisé, tantôt individuellement ou par groupes, à l'occasion d'exercices pratiques ou d'exercices intégrés, sans exclure des apports nécessaires d'informations complémentaires, ni des mises au point magistrales limitées.

Des **activités pratiques** sont toujours nécessaires pour donner à l'enseignement de biologie sa pleine valeur formatrice, et pour mettre chaque élève en mesure de révéler et de développer l'ensemble de ses capacités. Elles ne doivent donc jamais être négligées. Il appartient à chaque collège, dans le cadre de sa responsabilité et de sa dotation horaire, de prévoir les conditions de leur développement, notamment par la constitution de groupes à effectif réduit.

Des **documents divers** sont utilisés comme support des activités, documents réels en priorité, à défaut documents de substitution, notamment audio-visuels : films, diapositives, photographies du manuel... Les techniques modernes éducatives – informatique pédagogique, expérimentation assistée par ordinateur, télématique – seront employées, selon les besoins, à mesure de leur développement.

L'**intégration des données anatomiques** dans les démarches est réalisée pour chaque sujet. De même, les outils, les méthodes sont présentés, utilisés, maîtrisés, dans la mesure et au moment où ils servent les progrès de ces démarches.

Une **liaison avec les autres disciplines** est recherchée, chaque fois qu'une convergence de contenus ou de méthodes est possible, notamment dans le cadre des programmes des thèmes transversaux. Des PAE, liés ou non à ceux-ci, peuvent aussi en fournir l'occasion.

Les **exercices d'évaluation** font partie intégrante de l'action pédagogique. Tantôt ils contribuent à l'apprentissage en révélant, en cours d'étude, les difficultés et en aidant à les surmonter (évaluation formative), tantôt ils visent à dresser, à la fin d'une étude, le bilan des acquisitions et des progrès de chaque élève (évaluation sommative).

L'**évaluation sommative** requiert ici une attention toute particulière, dès lors que ces résultats interviennent pour l'attribution du brevet. Il peut être envisagé, en plus des exercices courts propres à chaque classe, une à trois épreuves communes pour l'établissement, plus longues, sans excéder une heure.

L'exercice comporte un petit nombre de questions. La première contrôle l'acquisition et la capacité à restituer une connaissance biologique, les suivantes accordent une place progressivement croissante à l'application des connaissances et des méthodes, au raisonnement, à partir de documents, sans qu'il soit jamais fait appel à des notions ou des méthodes non enseignées au préalable.

III. Contenus

Reproduction – Hérité

Cette partie du programme, dont l'étude ne dépassera pas cinq semaines, propose une première explication au niveau cellulaire, et plus précisément chromosomique, des résultats constatés dans les classes précédentes, de la reproduction sexuée, génératrice d'individus originaux au sein d'une même espèce. Cette explication passe par la compréhension du brassage génétique, but de l'étude proposée en classe de troisième. Les connaissances suivantes sont nécessaires pour atteindre ce but : les caractères de l'espèce, ceux de chaque individu résultent d'un programme génétique, ensemble d'informations codées portées, dès l'œuf, par les chromosomes ; ces informations sont transmises à toutes les cellules d'un individu lors des divisions cellulaires, chaque cellule-fille recevant alors un lot de chromosomes semblables à ceux de l'œuf ; un œuf, et l'individu qui en est issu, résultent d'une combinaison originale de chromosomes, et par conséquent d'informations, fournies pour moitié par le père et pour moitié par la mère.

Une première approche du **déterminisme chromosomique du sexe et de certaines anomalies** permet d'établir que le caractère considéré (sexe, mongolisme) est lié à une particularité dans la forme ou le nombre des chromosomes des cellules de l'individu, et d'abord de l'œuf qui lui a donné naissance. On s'appuiera pour ce faire sur l'observation et la comparaison de caryotypes, d'homme et de femme, de malade atteint de trisomie 21. Ce sera l'occasion d'indiquer, succinctement, à partir de l'observation de documents peu nombreux et bien choisis, qu'un individu est formé d'une multitude de cellules présentant une unité de structure, de découvrir les chromosomes. On se contentera de mentionner que le caryotype est observable lors des divisions cellulaires, non étudiées ici.

La notion de **chromosomes, supports de l'information codée**, implique les trois acquis suivants : sur chaque chromosome se trouvent de nombreux gènes commandant de nombreux caractères ; deux chromosomes homologues présentent les mêmes gènes, aux mêmes lieux ; sur deux chromosomes homologues, le même gène porte soit la même information, soit des informations différentes relatives au même caractère. Dans le meilleur des cas, cette connaissance peut être établie à partir d'un exemple simple comme celui des groupes sanguins du système ABO. On pourra aussi se contenter de présenter et d'analyser une carte génique d'une paire de chromosomes humains.

La constance du nombre des chromosomes pour une espèce donnée, leur association par paires de chromosomes homologues seront établies et soulignées.

On évoquera les perspectives qu'offre à la médecine et les problèmes que pose à la conscience la possibilité de déceler dès l'embryon des anomalies chromosomiques ou géniques sources de maladies.

La structure de l'ADN et le code génétique ne sont pas au programme.

L'étude de la **reproduction conforme des chromosomes** et de la **transmission de l'information aux cellules de l'organisme** s'appuie sur les acquis antérieurs. La formation de l'embryon, puis du fœtus, grâce à des multiplications successives à partir de la cellule-œuf, est connue depuis la quatrième. La présence dans toutes les cellules résultant de ces multiplications (ou de ces divisions) des mêmes chromosomes portant les mêmes informations ayant été établie, il s'agit d'élucider le mécanisme qui permet cette reproduction conforme.

L'explication sera construite à partir de l'analyse de documents – film autant que possible – correspondant à la multiplication de la cellule-œuf.

Les étapes de la mitose, le vocabulaire correspondant ne sont pas au programme. L'intervention du fuseau et du centromère

n'est pas nécessaire à ce niveau de compréhension.

On établira simplement que la reproduction de chaque chromosome engendre deux chromosomes-fils identiques entre eux et à celui qui leur a donné naissance, et que ces deux chromosomes-fils migrent chacun dans une des deux cellules-filles. Ainsi expliquera-t-on l'identité du matériel chromosomique et de l'information dans toutes les cellules de l'individu.

Pour aborder **le brassage de l'information génétique** proprement dit, on choisira un petit nombre de documents relatifs à la division réductionnelle de la méiose, notamment à son anaphase. On montrera que lors de la formation des gamètes, au cours d'une division particulière, les deux chromosomes d'une même paire se séparent pour aller dans deux gamètes différents: ceux-ci contiennent donc deux fois moins de chromosomes que toutes les cellules de l'individu, et une information variable de l'un à l'autre.

Ni les étapes de la formation des gamètes, ni celles de la méiose, ni, a fortiori, les échanges entre chromosomes, ne sont au programme.

On établira la multiplicité des combinaisons possibles de chromosomes et donc d'information lors de la formation des gamètes. On privilégiera pour y parvenir une approche concrète, par exemple en faisant réaliser ou manipuler des maquettes.

On montrera de même que la fécondation permet de rétablir le nombre de chromosomes caractéristique de l'espèce, et multiplie encore les combinaisons possibles de chromosomes et d'information au point de rendre chaque œuf, et donc chaque individu, uniques.

Ces données serviront à l'explication du déterminisme chromosomique du sexe et des anomalies telles que le mongolisme.

En faisant prendre conscience aux élèves de la multiplicité des caractères selon lesquels deux individus peuvent différer et du petit nombre de ceux pris en compte pour définir les types humains, l'enseignement de biologie contribue dans cette classe au développement de la « vigilance envers les préjugés et stéréotypes racistes et sexistes », conformément au programme du thème transversal « L'information », et par là, à l'éducation aux droits de l'Homme.

Nutrition - MÉtabolisme

Dans les classes antérieures (6^e, 5^e), l'élève a compris que, chez les animaux, les diverses fonctions concourent à la vie de l'organisme; il a notamment perçu l'existence d'un lien entre alimentation et respiration, appris que les nutriments résultant de la digestion, apportés aux organes par le sang, servent à la construction de l'organisme, entrevu leur rôle dans la fourniture d'énergie aux organes.

En classe de troisième, on s'appuiera sur ces connaissances, ravivées puis renforcées, pour conduire plus loin l'explication, dans les limites définies ci-après, vers les niveaux cellulaire et biochimique.

Ainsi, les diverses fonctions étant situées d'emblée, avec leur signification, par rapport au fonctionnement de l'organisme humain, leur étude analytique se fera dans une perspective d'ensemble.

À propos de chacune d'elles, l'organisation fonctionnelle de l'appareil concerné sera progressivement mise en place, selon les besoins, puis mémorisée.

Douze semaines environ seront consacrées à l'ensemble de cette partie « Nutrition - Métabolisme ».

La digestion sera définie, autant que les connaissances chimiques des élèves le permettront, comme une simplification moléculaire, ensemble de transformations chimiques des molécules alimentaires, sous l'effet d'enzymes digestives, aboutissant à la formation de molécules plus petites, absorbables. On ne négligera cependant pas les aspects mécaniques de la digestion.

L'étude des aliments n'interviendra pas a priori. L'un d'eux, le pain par exemple, sera analysé en vue de comprendre les transformations subies au cours de la digestion. Les aliments simples y seront recherchés grâce aux techniques de caractérisation présentées par le professeur. La connaissance chimique de ceux-ci, à un niveau simple, permettra d'envisager les résultats possibles de leur hydrolyse.

La réalisation d'une digestion in-vitro constituera une occasion d'exercer les élèves à la méthode expérimentale. L'étude pratique portera sur le lien entre digestion et présence de l'enzyme, la spécificité des enzymes, l'influence du pH sur leur action.

Au-delà de l'exemple choisi pour l'étude pratique, la connaissance s'élargira d'une part aux divers types d'aliments simples et aux nutriments résultant de leur digestion, d'autre part aux principales catégories d'enzymes digestives, à leur rôle, aux niveaux de l'appareil digestif où elles sont produites et où elles agissent. Cet élargissement s'appuiera sur des exercices intégrés ou d'évaluation formative, sans exclure l'apport magistral d'informations complémentaires. La mise en place progressive de l'organisation fonctionnelle de l'appareil digestif gagnera à être faite à partir de l'étude concrète de celui d'un petit mammifère.

L'absorption intestinale correspond au passage des nutriments du milieu extérieur, dont relève le tube digestif, dans le milieu intérieur (sang, lymphe).

Ayant souligné précédemment les particularités des molécules absorbées, on dégagera ici les caractéristiques de la surface d'échange qui facilitent leur absorption : dispositifs engendrant une surface considérable de contact entre paroi intestinale et chyle, faible épaisseur de l'épithélium intestinal, intense vascularisation. Les mécanismes de l'absorption ne seront pas envisagés.

La mention du passage des nutriments dans le sang et dans la lymphe, dont on soulignera qu'elle rejoint la circulation sanguine, sera l'occasion d'une première découverte de celui-ci, notamment du plasma, qui transporte les nutriments.

On indiquera, sans chercher à l'établir, que les nutriments véhiculés par la circulation dans tout l'organisme sont en partie livrés directement aux cellules, pour une autre partie, mis en réserve et utilisés plus tard.

La connaissance antérieure du rôle des aliments dans la construction de l'organisme peut être enrichie grâce aux nouveaux acquis biochimiques sur les aliments et la digestion. Ainsi, **l'assimilation**, nettement distinguée de l'absorption, sera mise en relation non seulement avec la croissance, mais aussi avec le renouvellement cellulaire, illustré par quelques exemples (cellules de la peau, du sang...). On en retiendra qu'après la perte de spécificité biologique des aliments lors de la digestion, les nutriments obtenus sont utilisés pour produire des molécules spécifiques de l'individu, notamment des protéines, constituants fondamentaux de la matière vivante. Celles-ci, caractérisées par la nature et l'agencement de leurs acides aminés, sont élaborées dans la cellule conformément au programme génétique. Les modalités de cette élaboration sont hors programme. Selon le niveau de la classe, la transmission de l'information du noyau contenant les gènes au cytoplasme où s'effectuent les synthèses pourra cependant être signalée.

De **la respiration**, les élèves ont appris dans les classes antérieures qu'elle consiste, chez les Vertébrés aériens, en un échange, au niveau des poumons et des organes, de gaz transportés par le sang, en une absorption de dioxygène et un rejet de dioxyde de carbone et d'eau.

L'étude de la mécanique ventilatoire, impliquant la mise en place des dispositifs anatomiques correspondants, s'appuiera sur cette connaissance antérieure, qu'elle valorisera. Elle permettra d'expliquer le renouvellement, toujours partiel, de l'air contenu dans les poumons, permettant la prise continue d'oxygène par le sang.

Les échanges gazeux au niveau des alvéoles pulmonaires, échanges dont on rappellera le rapport avec l'étendue, la minceur et l'importante irrigation de la paroi alvéolaire, feront l'objet d'une analyse plus poussée. Celle-ci s'appuiera sur une compréhension encore intuitive de la diffusion, et sur la comparaison des concentrations d'oxygène et de dioxyde de carbone dans le sang à l'entrée et à la sortie des poumons, et dans l'air alvéolaire. Une analyse du même type permettra de comprendre les échanges au niveau des organes.

L'étude du transport sanguin de gaz respiratoires enrichira la connaissance du sang et préparera à celle de la circulation. Le transport d'oxygène sera expliqué par sa fixation réversible sur l'hémoglobine. En ce qui concerne le dioxyde de carbone, on se contentera de signaler qu'il est transporté, sous des formes diverses, à la fois dans le plasma et dans les hématies.

Enfin, la respiration sera située au niveau des organes et des cellules, et définie comme une oxydation permanente des métabolites, fournissant de l'énergie utilisable par les cellules et produisant des déchets, notamment dioxyde de carbone, eau, et déchets azotés.

Un bilan des réactions du métabolisme – assimilation d'une part, dégradation des métabolites lors de la respiration d'autre part – sera établi à ce stade.

L'excrétion urinaire est à envisager, en cohérence avec les autres fonctions de nutrition, comme un des modes d'élimination des déchets du métabolisme, et aussi comme moyen de régulation de la composition du milieu intérieur.

Les élèves ayant été conduits d'abord à l'idée d'une formation de l'urine à partir du plasma, une comparaison entre ces deux liquides permettra d'établir ce double rôle. On localisera progressivement la formation de l'urine en s'appuyant sur des études concrètes. Selon les classes, le niveau du tube urinaire, qui permet de montrer l'existence d'une vaste surface d'échanges, pourra être atteint. La connaissance des étapes de la formation de l'urine n'est pas nécessaire en troisième. Les régulations nerveuse et humorale de l'excrétion urinaire ne sont pas au programme.

L'étude de **l'alimentation**, au terme de cette partie, constituera pour l'essentiel un bilan des acquis antérieurs, dans une perspective d'éducation à la santé : le double rôle des aliments, dans l'édification de l'organisme et le renouvellement biologique d'une part, pour l'apport énergie d'autre part, aura été établi. On introduira ou on soulignera les besoins en nutriments indispensables, en vitamines. La notion d'alimentation équilibrée, répondant aux besoins incompressibles de l'organisme et à ses besoins complémentaires, variables selon son état physiologique et son activité, sera aussi établie. Cela conduira à quelques principes de diététique: nécessité d'une alimentation variée, d'un équilibre entre catégories d'aliments, de fibres alimentaires...

On pourra à cette occasion chercher à reconnaître dans la diversité des pratiques alimentaires brièvement illustrée par quelques exemples, l'influence des habitudes culturelles, et celle des conditions économiques, du sous-développement: par exemple.

Cette étude, qui sera reprise et approfondie en classe de première, concourra ici au traitement du programme des thèmes transversaux « La santé et la vie » – équilibre de l'alimentation, principes de diététique – et le « développement » – problèmes de la santé et de la faim dans le tiers-monde –. Contribuant à la compréhension des causes des maladies nutritionnelles – obésité, maladies cardiovasculaires, diabète... – elle préparera à l'exercice par chaque élève de ses responsabilités dans ce domaine.

Activité cardiaque et circulation

Les études antérieures ont imposé l'idée de l'importance physiologique de la circulation. Divers éléments de celle-ci ont été introduits. On les utilisera ici pour construire un schéma d'ensemble fonctionnel, comportant le cœur, organe moteur, et faisant apparaître que tout le sang passe alternativement dans les poumons, et dans tous les organes. Trois semaines en moyenne seront consacrées à cette partie.

L'étude du fonctionnement du cœur s'appuiera, autant que possible, sur l'analyse d'un film, l'anatomie étant introduite, à partir du concret, au moment du besoin. On soulignera la nécessité de son irrigation sanguine, condition de son fonctionnement régulier, en expliquant à cette occasion les troubles correspondants (infarctus du myocarde).

Les dispositifs d'expérimentation assistée par ordinateur permettront le moment venu d'introduire de nouvelles activités pratiques dans cette étude. Dès maintenant, la présentation d'électrocardiogrammes, révélateurs d'anomalies du fonctionnement cardiaque, sera l'occasion de signaler leur intérêt médical. Leur analyse par les élèves n'est pas à envisager. On indiquera seulement le principe de leur obtention, fondé sur l'enregistrement d'une activité électrique, faible, variable selon les phases de l'activité cardiaque.

La compréhension de la circulation implique une présentation sommaire des vaisseaux, sans omettre les capillaires. Il n'y a pas lieu d'étudier la mécanique circulatoire. On expliquera la pression artérielle, simplement, sans négliger de mentionner l'importance de l'écart entre minimum et maximum. Hypertension et hypotension seront évoquées à ce propos, ainsi que l'usage de sphygmomanomètre.

L'adaptation à l'effort, faisant intervenir à la fois la respiration, aux différents niveaux connus, et la circulation, sera l'occasion d'insister à nouveau sur la corrélation des fonctions au sein de l'organisme. On pourra signaler, outre l'importance variable du prélèvement d'oxygène par les organes selon leur activité, leur sensibilité différente à la privation de ce corps.

Études de comportements humains

Cette partie, à laquelle on consacra environ trois semaines, est à aborder en cohérence avec l'étude de la communication chez les animaux prévue en classes de cinquième d'une part, de seconde d'autre part.

Ici, l'investigation concernera l'Homme.

Une brève étude comparée d'un petit nombre de réactions à des stimulations de l'environnement, telles que brûlure ou piqûre, odeur d'un plat appétissant, signal sonore ou lumineux... permettra d'y retrouver l'intervention d'organes récepteurs, de voies et centres nerveux, et d'organes effecteurs, déjà identifiés en cinquième. On pourra s'interroger sur le caractère volontaire ou involontaire de ces réactions, en mentionnant sans s'y attarder les centres nerveux responsables, situés sur un schéma d'ensemble de l'organisation du système nerveux.

Après cette entrée en matière, seule l'élaboration de la sensation tactile sera analysée dans cette classe : stimulation qui provoque, si un seuil est atteint, l'excitation d'un récepteur, entraînant la naissance d'un message nerveux, manifestation électrique enregistrable, véhiculé par un nerf, mise en jeu d'un centre sensoriel cérébral.

On situera les récepteurs tactiles dans l'organisation de la peau. Leur présentation, celle des fibres qui en sont issues conduira à introduire simplement la notion de neurone et de synapse. Les phénomènes seront de ce fait envisagés au niveau cellulaire.

Cependant, la nature du message et le potentiel d'action ne sont pas au programme.

L'augmentation du débit sanguin liée à l'activité d'une région cérébrale peut être visualisée par des techniques d'imagerie médicale – tomographie par émission –. Si la compréhension de ces techniques n'est pas accessible à ce niveau, des documents obtenus grâce à elles peuvent être utilisés pour montrer l'activité d'un centre cérébral provoquée par l'arrivée de messages nerveux issus des récepteurs sensoriels. À propos de cette activité, on se familiarisera, autant que possible à partir de documents réels, avec les grands traits de l'organisation de l'encéphale.

Ce premier accès au fonctionnement du système nerveux sera l'occasion d'aborder, d'un point de vue scientifique, les dangers des toxicomanies – alcoolisme, tabagisme, drogues – également présents au programme du thème transversal « La santé et la vie ». De même, quelques éléments d'hygiène nerveuse – ambiance sonore et lumineuse, alternance veille-sommeil – pourront trouver place ici.

Tabac et alcool auront pu être déjà évoqués à propos de la respiration pour le premier, de l'alimentation pour le second. Les drogues seront envisagées, sans recherche d'exhaustivité, dans leurs conséquences visibles, immédiates et à long terme, et non quant aux mécanismes leur action, inaccessibles à ce niveau. On s'en tiendra de ce point de vue à une perturbation de l'activité des cellules nerveuses entraînant accoutumance et dépendance.

L'éducation des élèves à la responsabilité individuelle et sociale en matière de santé, contribution essentielle à la prévention, sera ainsi poursuivie à propos de cette étude scientifique, à travers l'analyse objective de données épidémiologiques, et en excluant toute attitude moralisatrice.

Reconnaissance du non-soi et défense du soi

L'étude de cette partie, qui occupera environ cinq semaines, s'appuiera autant que possible sur des manipulations simples telles que la réalisation de réactions antigène-anticorps...

Les réponses du système immunitaire seront identifiées à partir de l'analyse d'un petit nombre d'exemples de réactions de l'organisme lors d'infections microbiennes – septicémie, toxémie –, de greffes, de transplantations, de transfusions.

On distinguera ainsi des réponses non spécifiques et spécifiques, et on introduira la notion de spécificité immunologique.

Un antigène sera défini comme une molécule étrangère, ou portée par un corps étranger – microbe, cellule...–; un anticorps le sera comme une molécule produite en réponse à l'introduction d'un antigène, par des cellules spécialisées, les lymphocytes, à propos desquels on présentera sommairement l'appareil lymphatique.

On distinguera ainsi l'immunité à médiation cellulaire: phagocytose par les leucocytes polynucléaires, et par les macrophages, destruction cellulaire par contact due à des lymphocytes T, et l'immunité à médiation humorale avec la production d'anticorps circulants par les lymphocytes B. On signalera l'intervention de lymphocytes qui conservent la mémoire de leur rencontre avec un antigène, et mobilisent les autres lymphocytes lors d'un nouveau contact avec le même antigène. Ni la notion de complément, ni les mécanismes de mise en jeu des différentes cellules immunitaires, ni la nature et la variété des anticorps ne sont au programme.

La compréhension des prophylaxies et des thérapeutiques fondées sur la stimulation et l'amplification de la réponse immunitaire s'élabore en liaison avec les acquisitions fondamentales : avec la notion d'anticorps pour la sérothérapie, avec celle d'immunité acquise pour la vaccinothérapie, dont l'importance sociale dans les différentes régions du globe sera soulignée.

De même, on signalera à l'occasion l'existence de dérèglements et de déficiences du système de défense. On en profitera notamment pour revenir sur le SIDA, infection virale de certains lymphocytes mettant l'organisme à la merci d'infections opportunistes. On mentionnera la pratique consistant à affaiblir volontairement les défenses immunitaires afin de favoriser la réussite des transplantations et, à l'opposé, l'intérêt des greffes de moelle osseuse. On expliquera de même, simplement, le principe des tests permettant de savoir si l'organisme s'est trouvé en contact avec un antigène donné.

Enfin, ce chapitre s'élargira, sans développement excessif, à l'ensemble des moyens de défense dont l'homme dispose pour prévenir et combattre la maladie : asepsie, antisepsie, chimiothérapie, et antibiothérapie. Ce sera l'occasion d'une information sur les mauvais usages et abus des médicaments, contribuant là encore à l'éducation à la responsabilité.

Il donnera lieu à un bilan sur le sang et ses fonctions.

Utilisation bio-médicale et agro-alimentaire des microorganismes

Les microbes auront été considérés jusque là dans leurs actions pathogènes. Ce chapitre, auquel on ne consacrera pas moins de deux semaines, fera apparaître, en s'appuyant si possible sur quelques cultures, leur diversité systématique et biologique. Surtout, il soulignera la variété et l'importance de leurs utilisations bénéfiques.

Il ne s'agit nullement d'entreprendre une énumération de celles-ci. On choisira au contraire un petit nombre d'exemples dont la présentation permettra de dégager l'intérêt de l'exploitation naturelle de microorganismes sélectionnés (production d'antibiotiques, d'acides aminés...), les perspectives offertes par les modifications du programme génétique de bactéries en vue de la fabrication, notamment, de substances pharmaceutiques (hormones,...) ou alimentaires.

Cette partie du programme se prête tout particulièrement à un travail autonome des élèves (recherches au CDI, enquêtes...) ou à des visites, préalables à une mise au point en classe.

* * * * *

PROGRAMME DE SCIENCES NATURELLES DE SECONDE.

(Arrêté du 14 mars 1986)

Horaire (0,5 + 1,5)

Aspect des relations entre les êtres vivants et leur milieu

1) La communication animale

Quelques exemples de comportements liés à la recherche de la nourriture, à la défense, à la fuite, à la reproduction...
Étude expérimentale de la nécessité de stimuli, de récepteurs, d'effecteurs et d'un système de transmission nerveux et/ou humoral.

Objectifs de connaissances (les mots clés sont en italique)

- Un *stimulus* est une modification (ou une variation) d'une composante du milieu lorsqu'elle est détectée par un récepteur.
- Un *comportement* est un ensemble de réactions à des *stimuli*.
- Chaque fonction vitale (nutrition, reproduction, défense, ...) est liée à un comportement en réaction à un ensemble de stimuli qui lui sont spécifiques.
- Un *réseau de communication* s'établit entre individus de la même espèce comme entre individus d'espèces différentes.
- Chaque communication implique un *message* transmis d'un organe *émetteur* à un organe *récepteur*.
- Dans le cas de communication entre organismes, le message implique des systèmes sensoriels récepteurs.
- Dans le cas de communication au sein de l'organisme, entre organe émetteur et organe récepteur, la transmission se fait par *voie nerveuse ou hormonale*.
- L'ensemble des messages reçus par un organisme se trouvent analysés, confrontés et *intégrés* au sein d'un centre nerveux à l'origine des comportements spécifiques.

2) La sauvegarde de l'individu et de l'espèce : le peuplement des milieux

Les systèmes de communication intervenant dans la répartition et le dynamisme des populations : isolement, vie en groupe, vie en société.

Objectifs de connaissances (les mots clés sont en italique)

- Les différents systèmes de communication permettent le maintien de la cohésion et le *dynamisme d'une population*.
- Différents types de communication régissent dans une population l'isolement d'un individu, la vie en groupe, la vie en société...
- Hiérarchie au sein d'un groupe, vie en groupe sont également dépendants de systèmes de communications spécifiques.
- Les messages chimiques ou physiques, spécifiques à certaines espèces, sont utilisés par l'Homme dans le cadre de la lutte biologique intégrée.
- Les pratiques humaines peuvent conduire à une évolution des populations.

Production et utilisation des ressources biologiques

1) La production de biomasse à l'échelle de l'écosystème

- La production primaire dans deux milieux, naturel et cultivé.
 - conditions de la production primaire.
 - cultures sous abri ; aquaculture.

Objectifs de connaissances

- Un milieu naturel comporte un ensemble d'êtres vivants qui constituent la *biocénose* du milieu.
- Dans un milieu naturel ou cultivé, les végétaux produisent à partir de matières minérales une certaine quantité de matières organiques dite *production primaire brute*.
- L'accroissement de biomasse en un temps donné (*ou production primaire brute*) constitue la *productivité*.
- Un milieu comporte un ensemble d'êtres vivants qui constitue la *biomasse* du milieu.
- Production et productivité varient suivant le type de milieu, cultivé ou naturel.
- La production primaire nécessite une *énergie lumineuse convertie en énergie chimique* : la photosynthèse.
- Cette production primaire dépend des conditions *édaphiques, climatiques et biotiques*.
- L'Homme peut créer des milieux *artificiels* à l'origine de productions primaires spécifiques : agrosystèmes, cultures hors sols, aquacultures...

Programme

- Les réseaux trophiques.
 - Organisation. Les niveaux de production et de consommation. Pyramides des masses.

Objectifs de connaissances

- Un *réseau trophique* est un ensemble de relations d'ordre nutritionnel entre les différents individus du milieu.
- La matière organique élaborée par les *producteurs* est utilisée par eux mêmes et par les *consommateurs* de 1^{er}, 2^e ordre...
- Tout milieu est le siège d'un *transfert de matière et d'énergie*.
- À chaque étape du transfert, il y a perte de matière organique et perte d'énergie chimique potentielle de la part de la biomasse.
- La productivité de chaque maillon d'une chaîne trophique est toujours inférieure à celle du maillon précédent. Ainsi s'établit une véritable *pyramide des masses*.

Programme

- Le sol ; système vivant.
 - La formation d'un sol, ses propriétés.
 - La vie dans le sol ; son réseau trophique.
 - La dynamique du sol : production de matière organique ; minéralisation ; exportation.

Objectifs de connaissances

- Le sol est formé d'*horizons* aux caractéristiques spécifiques.
- Les propriétés du sol sont définies par sa *structure et ses capacités d'échanges* (aptitude à retenir l'eau, richesse en ions Ca^{++} libres, richesse en ions phosphates, pH...).
- Les propriétés d'un sol correspondent à celles du *complexe argilo-humique* qui le constitue.
- La genèse d'un sol nécessite une *roche mère* et de la matière organique : elle dépend de facteurs biologiques et de facteurs physico-chimiques.
- Le sol abrite un réseau trophique dense.
- L'activité des êtres vivants contenus dans le sol interagit avec le substrat (apport de substances organiques, aération, apport de substances minérales...).
- Le sol reçoit des substances organiques de la biosphère.
- Les cadavres, les débris végétaux, les déchets de la digestion sont transformés, décomposés en matière minérale par les *décomposeurs* (bactéries, protozoaires...).
- Le sol est l'objet de pertes organiques et minérales : absorption de substances minérales et d'eau par les plantes, évaporation, circulation par lessivage, drainage....
- Le sol est en perpétuelle évolution avec production de matière minérale à partir de matières organiques, et production de matière organique.
- Le sol évolue en fonction de ses *importations* et de ses *exportations*.

Programme

- Le cycle de la matière ;

Objectifs de connaissances

- La matière décrit *un cycle* au sein de l'écosystème.
- L'écosystème ouvert est en *équilibre dynamique*.
- L'Homme doit compenser ses prélèvements par des apports divers.

Programme

2) L'amélioration de la production de la biomasse

- L'amélioration de la production primaire.
 - la fertilisation organique et minérale
 - la production des plants ; multiplication végétative ; notion de clone.
- La protection des milieux et des cultures ;
- L'évolution d'un milieu sous l'influence de l'Homme ;

Objectifs de connaissances

- Par modification de structure du sol et apport de composants chimiques (ajout de Ca^{++} en vue de *modification du complexe argilo-humique*) on peut améliorer la productivité des cultures.
- Les apports organiques modifient l'organisation du complexe argilo-humique et, après transformation par les bactéries, fournissent des éléments minéraux aux plantes.
- L'introduction de telle ou telle substance doit être faite à une étape bien définie du développement de la plante, en quantité appropriée.
- La *fertilisation du sol* à des périodes mal étudiées conduit à des pertes par lessivage des substances introduites.
 - Par croisement de plantes mères sélectionnées, on obtient en première génération des hybrides homogènes extrêmement vigoureux.
 - Par *multiplication végétative* (multiplication in vitro, multiplication méristématique, bouturage, marcottage...), on obtient des individus aux caractéristiques semblables à celles présentées par l'individu d'origine répondant aux besoins de la production.
 - La multiplication végétative permet la production de *clones* avec amélioration de la quantité produite, conservation des caractéristiques parentales et conservation des facilités de culture (caractères de résistance aux parasites, de rusticité...)
 - La *dynamique d'un écosystème cultivé* dépend du maintien de certains équilibres : préservation du sol, absence de nocivité des substances de fertilisation les unes par rapport aux autres, absence de dominance d'un maillon de la chaîne trophique par rapport aux autres éléments constitutifs de celle-ci.
 - Utilisation de *pesticides* et *lutte biologique* sont deux modalités de protection des agrosystèmes souvent incompatibles.
 - Mise en culture d'une région (passage de l'espace naturel à l'espace rural) entraîne une évolution dans la dynamique de la population des végétaux et des animaux.

Programme

Formation et exploitation de ressources géologiques

1) La fossilisation de l'énergie solaire : origine, gisement et exploitation d'une roche carbonée.

Objectifs de connaissances

- La matière organique peut être transformée dans certaines conditions en une roche à potentialité énergétique.
- La nature d'une roche carbonée dépend d'une part de l'origine de la matière carbonée, d'autre part des conditions de sa transformation.
- L'enfouissement permet d'expliquer l'origine des roches carbonées :
 - ° Une partie de la matière organique peut être soustraite à l'action des décomposeurs et de l'oxygène ;
 - ° Le gradient géothermique crée les conditions de sa transformation en roche carbonée.
- Seule une très faible proportion de la biomasse est conservée après fossilisation.
- Les combustibles fossiles représentent des ressources épuisables.
- La genèse d'un gisement comporte plusieurs étapes : dépôt de matières organiques, transformation, parfois migration et accumulation.
- Les conditions de l'exploitation d'un gisement dépendent de l'histoire géologique de la région.
- La prospection préalable à l'exploitation nécessite une étude sédimentologique et structurale des formations.

Programme

2) *La formation et les conditions d'exploitation* d'un gisement salin ou d'un minéral sédimentaire ; limite d'exploitabilité.

Objectifs de connaissances

- Un *minéral* est une roche contenant une substance métallique utile, exploitable à un moment donné.
- Un minéral sédimentaire se caractérise par l'accumulation d'une espèce chimique dans une *formation* marine ou continentale ; la concentration s'effectue au cours du dépôt ou lors de la diagenèse.
- Le processus de concentration met en œuvre des mécanismes géologiques, pédologiques, climatiques, biologiques...
- La limite d'*exploitabilité* dépend de différents paramètres tels que : teneur, accessibilité, technique d'extraction et de traitement, impact sur l'environnement,...
- Les minéraux sont des ressources limitées.
- Les techniques modernes permettent de réaliser un inventaire des ressources potentielles exploitables à l'échelle de la planète.
(les notions précédentes peuvent s'appliquer en partie à un gisement salin).

Programme

3) *Les ressources en eau* :

- Les gisements de l'eau : origine ; auto-épuration ; problèmes posés par l'exploitation et la protection.

Objectifs de connaissances

- L'eau utilisée dans l'alimentation humaine peut avoir des origines variées : *eau libre* superficielle, *nappes* libres et captives.
- La porosité et la perméabilité des roches conditionnent l'importance des nappes.
- Par des mécanismes physiques (filtration, décantation) et biologiques (microorganismes), une auto-épuration peut s'opérer plus ou moins rapidement.
- Le prélèvement des eaux destinées à l'alimentation nécessite la mise en œuvre de techniques telles que: forage, pompage, établissement de zones de captage, de retenues et traitements complémentaires.
- Les *eaux minérales* diffèrent en fonction de la nature des *roches réservoirs* traversées et du temps de séjour dans celles-ci.
- La protection des nappes vise à limiter les apports externes d'origine biologique (matières organiques, bactéries...) et minérale (nitrates, phosphates...) et à contrôler, si possible le bilan alimentation/prélèvement.
- La gestion des nappes doit équilibrer les pertes et les apports.

Programme

- Les mouvements de l'eau dans l'écosystème : le cycle de l'eau.

Objectifs de connaissances

- Dans un écosystème il y a un véritable cycle de l'eau.
- Des échanges ont lieu entre écosystèmes : le cycle de l'eau s'établit à l'échelle planétaire.
- Les conditions du cycle de l'eau diffèrent en écosystème de zone aride et en écosystème de zone humide.

Compléments

Nature et objectifs de l'enseignement au lycée

Des connaissances cohérentes et actualisées, proches des préoccupations individuelles et sociales, concernant les domaines de la vie et de la santé, de l'utilisation des ressources de la planète et de l'environnement sont utiles à la formation scientifique, à la compréhension des transformations du monde contemporain, et à la prise de conscience rationnelle des problèmes scientifiques et éthiques posés à l'homme et aux sociétés.

L'évolution spectaculaire de la discipline et de ses technologies (génie génétique moléculaire, génie enzymatique, bio- et géo-technologies en général), impose un choix et une diversification dans la nature et l'orientation des connaissances, et finalement une adaptation en fonction des diverses séries.

Cependant, l'enseignement des sciences et techniques biologiques et géologiques propose, à tous, les documents apportés par des techniques modernes d'investigation (télédétection, microscopie électronique à balayage, imagerie médicale, représentations traitées par ordinateur), même si les techniques ne peuvent pas être totalement appréhendées au lycée. Mais si ce niveau technique est très actualisé, condition d'un enseignement rénové, les niveaux de formulation des concepts

intégrateurs de la biologie et de la géologie modernes sont adaptés aux élèves dans les diverses séries. Ces concepts généraux qui sous-tendent notre enseignement correspondent à la communication, au cycle de la matière et au flux d'énergie, au programme génétique, aux régulations, à l'évolution, à la dynamique de la planète dans l'espace et dans le temps. Leurs applications récentes médicales, agronomiques, économiques, et les réalisations techniques contemporaines sont reliées aux connaissances fondamentales.

C'est donc sur la base d'une formation qui renforce celle qui a été donnée au collège, conformément à la science en mouvement, que les programmes facilitent l'acquisition par tous les élèves d'une attitude scientifique sur la base d'activités concrètes ou pratiques. Celle-ci conditionne en premier lieu, dès la classe de Seconde, une *orientation positive* des élèves. Dans ce but, le programme propose à ce niveau des études centrées sur des réalités du monde, les aspects relationnels entre les êtres vivants, d'une part, les bases scientifiques de la gestion des ressources naturelles, d'autre part, ainsi qu'une première approche des mécanismes de la production. Ces orientations correspondent à des domaines scientifiques, plus respectivement en rapport avec les contenus développés dans les séries «Lettres», «Économie» et «Sciences».

Au delà, l'enseignement des Sciences et Techniques biologiques et géologiques assure au lycée *une culture biologique et géologique* indispensable à tout citoyen responsable.

Dans les séries scientifiques, les connaissances acquises progressivement sont abordées aux niveaux d'organisation du monde vivant (communautés, organismes, cellules, niveau moléculaire) et du monde minéral (ensembles structuraux, formations, roches, minéraux et ions), en étroite relation avec les acquisitions en Sciences physiques et chimiques. Ces *connaissances* sont *indispensables à la poursuite des études* liées directement ou indirectement aux Sciences biologiques et géologiques : enseignants, ingénieurs, professions en rapport avec les bio- et géo-technologies, géologues, biologistes, professions médicales et paramédicales, professions de l'environnement, de gestion et de commerce. En plus de ces connaissances, est assurée la maîtrise des techniques et méthodes scientifiques expérimentales combinées à l'éveil des vocations scientifiques des élèves.

INSTRUCTIONS

Les contenus scientifiques

Les trois parties du programme complètent et organisent les connaissances acquises au collège. Elles constituent aussi une nouvelle ouverture sur la liaison des aspects fondamentaux et appliqués de la biologie et de la géologie.

Les sujets scientifiques abordés présentent l'originalité d'intégrer des apports de diverses sciences contribuant à la formation et à la culture des élèves.

ASPECTS DES RELATIONS ENTRE LES ÊTRES VIVANTS ET LEUR MILIEU

En prolongement des acquisitions antérieures relatives à la description de quelques aspects du comportement animal, on appréhende des mécanismes mis en jeu au niveau de la communication animale. C'est un premier niveau de compréhension, prolongé par une étude des interactions intervenant dans la répartition et la dynamique des populations, et une première approche de l'organisation fonctionnelle du système nerveux.

1° La communication animale.

L'approche naturaliste permettra l'étude de quelques exemples de communications animales (sonores, visuelles, olfactives...) empruntés à des séquences comportementales concernant la nutrition, la défense, la reproduction... Dans ce contexte, une composante du monde vivant a valeur de stimulus à partir du moment où elle est détectée par un récepteur puis analysée par un centre nerveux ou d'autres organes spécialisés. Seuls seront pris en compte les éléments physico-chimiques du milieu en provenance d'autres animaux.

L'existence d'une relation entre stimulus et message nerveux pourra être mise en évidence par des moyens appropriés (oscilloscope, ordinateur...). L'élaboration du message, les mécanismes de sa conduction ne seront pas envisagés. On évitera l'usage du terme « signal » qui a des connotations diverses. Dans certains cas il est possible d'aborder l'existence d'un message hormonal (réaction de stress par exemple).

Cette première partie du programme doit permettre la saisie des données et leur classement, notamment par des observations dynamiques relatives aux aspects qualitatifs du comportement à partir d'élevages, de sorties sur le terrain, ou à défaut de documents audio-visuels. En outre, des protocoles expérimentaux permettront d'établir les relations entre variables, par exemple l'analyse expérimentale de l'effet d'un facteur physico-chimique sur une réaction comportementale : leurre chez le poisson combattant, marquage du territoire et reconnaissance des femelles chez les grillons...

Les études permettront d'observer progressivement les organes mis en jeu et les plans d'organisation sous la forme de manipulations : organes des sens, relations organes sensoriels – centres nerveux, innervation des effecteurs. La diversité des exemples permettra en outre de réaliser des bilans systématiques, encore limités.

Ce chapitre fournira donc les bases à une consolidation des connaissances relatives à cet important concept de communication destiné à être étudié ultérieurement aux niveaux cellulaire et moléculaire.

2° La sauvegarde de l'individu et de l'espèce ; le peuplement des milieux.

La communication peut conduire soit à la dispersion des individus, soit à leur rassemblement et à la structuration des groupes. On montrera comment les interactions entre individus de la même espèce et entre individus d'espèces différentes interviennent dans la répartition et la dynamique des populations.

Ces interactions mènent à une exploitation optimale des ressources du milieu. Elles permettent aux organismes de faire face aux agressions de celui-ci. De plus, en intervenant dans le rapprochement des sexes, la protection des reproducteurs, les soins aux jeunes, ces interactions contribuent à la sauvegarde de l'individu et de l'espèce.

Les mécanismes conduisant à l'occupation de l'espace, les acquis récents concernant l'établissement de la territorialité permettront de souligner la responsabilité scientifique des naturalistes concernant la gestion des populations et les évolutions (extension et déclin) liées aux pratiques humaines. Les notions de densités supportables, sur les plans biologique et économique,

seront abordées dans le cadre d'une réflexion sur les équilibres naturels.

PRODUCTION ET UTILISATION DES RESSOURCES BIOLOGIQUES

L'enseignement soulignera la liaison entre les aspects fondamentaux et appliqués des sciences biologiques, dans le cadre d'une compréhension des pratiques humaines et de leurs effets sur les milieux naturels. L'intérêt croissant pour l'utilisation des végétaux comme sources d'énergie et de matières premières justifie, en effet, l'orientation de ces études centrées sur les bases scientifiques de la gestion des milieux terrestres et aquatiques, et les problèmes posés au niveau des écosystèmes naturels et aménagés.

1° La production de biomasse à l'échelle de l'écosystème.

a) Sous l'angle explicatif des différences observées dans les rendements agronomiques ou forestiers, l'étude abordera les *conditions de la production primaire* : nécessité de substances minérales, de lumière, conditions thermiques. L'étude expérimentale et les mécanismes de la photosynthèse ne sont pas au programme. Ces conditions seront envisagées à partir de la comparaison de deux espaces ruraux : un milieu naturel peu modifié par l'homme et un écosystème aménagé ou agrosystème.

L'analyse des deux milieux permettra de dégager les relations entre composants de la lithosphère, de l'hydrosphère, de l'atmosphère et de la biosphère, composants dynamiquement solidaires les uns des autres. L'étude tendra à expliquer les différences existant dans les conditions de fonctionnement de deux systèmes.

L'enseignement assurera une ouverture sur des pratiques humaines et des technologies contemporaines de production, cultures sous abri, aquaculture végétale.

b) Les réseaux trophiques.

Les réseaux trophiques feront l'objet d'une description fonctionnelle centrée sur les notions de transfert de matière. En s'appuyant de préférence sur les deux milieux dont on a analysé le fonctionnement, les différents niveaux de consommation primaire, secondaire et tertiaire seront établis en même temps que la notion de production secondaire. L'étude de l'équilibre production-consommation dans l'écosystème permet d'introduire les notions de biomasses et de productivité.

Dans la phase de généralisation, on montrera l'intérêt des chaînes alimentaires courtes, l'importance de la connaissance de l'évolution des réseaux trophiques et la dépendance des milieux par rapport à leur mise en valeur.

c) Le sol, système vivant.

Dans le prolongement de cette étude vers le cycle de la matière, le sol doit être présenté comme un système vivant. Ses composantes biologiques (pédofaune, pédoflore) et physico-chimiques seront intégrées à partir d'un exemple concret, à la compréhension des aspects dynamiques relatifs à son origine, à sa différenciation, à la production de matière organique, à la minéralisation, aux exportations.

Ce chapitre exclut une étude exhaustive et systématique des types pédologiques. Il doit permettre à la fois d'une part, de souligner l'importance écologique de cet écosystème, son dynamisme, et d'autre part, de renforcer les aspects expérimentaux des actions pédagogiques (étude de quelques propriétés physico-chimiques du sol ; inventaire des êtres vivants, expérimentations relatives à la vie du sol et aux transformations de la matière organique...).

d) *Le cycle de la matière* soulignera les entrées minérales (eau, sels minéraux, dioxyde de carbone) dans la biosphère, le devenir de la matière, sa restitution au sol, le retour à la forme minérale. Ce sera l'occasion de préparer le chapitre sur les ressources géologiques en évoquant la stagnation du cycle au niveau des sols et des gisements de roches carbonées.

2° L'amélioration de la production de la biomasse.

a) Une information moderne sur les applications bioagronomiques dans le prolongement des notions fondamentales déjà étudiées sera donnée, à propos de trois aspects de l'amélioration de la production de la biomasse. Ainsi, les techniques actuelles de fertilisation, de production des plants, à partir de variétés améliorées et sélectionnées, les méthodes de culture in vitro pourront, sans donner lieu à une étude descriptive exhaustive, être mises en rapport avec les données scientifiques de base.

b) Les aspects qualitatif et quantitatif de la production de biomasse sont liés au maintien de l'intégrité morphologique et physiologique des producteurs, et à la sauvegarde de la qualité des milieux.

On envisagera donc l'étude de quelques exemples de moyens mécaniques, chimiques et biologiques utilisés aux diverses échelles, de la région à la parcelle, pour protéger les cultures. On montrera les avantages acquis par l'utilisation de ces moyens ainsi que les inconvénients résultant de leur usage prolongé. L'orientation actuelle des recherches sur la protection sera envisagée, sélectivité des produits chimiques, lutte biologique...

c) L'évolution d'un milieu sous l'influence de l'homme à l'époque contemporaine comportera une étude de la dynamique des peuplements végétaux et animaux et celle des paramètres géomorphologiques, physiques et chimiques des sols. Cette évolution sera mise en parallèle avec les progrès liés aux technologies humaines et les comportements.

À partir d'un exemple, on montrera que l'espace rural a succédé au milieu naturel. Une démarche régressive remontant du présent aux temps antérieurs, permettra de souligner les fluctuations d'un milieu du fait des interventions humaines.

Une étude interdisciplinaire, comportant des aspects écologiques, historiques et socio-économiques, est nécessaire à la compréhension de l'évolution du milieu.

FORMATION ET EXPLOITATION DE RESSOURCES GÉOLOGIQUES

Afin de sensibiliser les élèves aux problèmes posés par l'utilisation du milieu naturel, cette partie du programme est centrée sur la géologie au service de l'homme et de la protection de son environnement, dans trois domaines appliqués des sciences de la Terre : les substances énergétiques, les matières premières minérales non énergétiques et les ressources en eau.

L'étude du rapport entre la connaissance de l'origine et de la dynamique des gisements d'une part, et l'évolution des conditions de leur exploitation d'autre part, permettra de comprendre la nécessité d'une utilisation rationnelle des ressources, sur des bases scientifiques de gestion. Cet enseignement explicatif est d'ailleurs complémentaire des apports d'autres disciplines, la géographie et l'économie en particulier.

1° La fossilisation de l'énergie solaire : origine, gisement et exploitation d'une roche carbonée.

L'importance de l'utilisation des combustibles fossiles, ressources épuisables, dans le bilan énergétique mondial, sera

confrontée aux apports des sciences de la terre sur les conditions et le rythme de leur formation.

La notion de fossilisation de l'énergie solaire sera construite à partir de l'étude de la *formation d'une roche carbonée*, choisie si possible parmi les matières premières énergétiques régionales. Des documents sur le gisement, la roche et ses indicateurs d'histoire (sensibilisation à l'échelle de temps) permettront une recherche sur le milieu, l'origine et les conditions de la sédimentation organique, la dynamique sédimentaire des accumulations, l'évolution géologique progressive de la matière organique et les facteurs physico-chimiques de transformation.

Ainsi, l'origine biologique de la roche, la transformation de la matière organique issue de la fossilisation de l'énergie solaire seront reliées aux notions acquises sur la production et la productivité primaires. On montrera que l'énergie chimique stockée sous la forme de roche combustible, représente seulement une très faible partie de la biomasse totale formée à la surface du globe. Le rythme de cette fossilisation sera comparé à celui de l'évolution d'une exploitation de gisement.

Par ailleurs, les caractères structuraux du gisement seront mis en rapport avec les techniques actuellement utilisables au niveau de la prospection de l'analyse géologique et de l'exploitation. On montrera que les performances des techniques conditionnent le degré actuel de l'exploitation.

À partir de l'exemple étudié, on évoquera les notions de ressources planifiables, techniquement et économiquement exploitables, et de ressources totales mondiales, en liaison avec les enseignements d'autres disciplines.

2° La formation et les conditions d'exploitation d'un gisement salin ou d'un minerai sédimentaire ; limite d'exploitabilité.

L'étude sera centrée sur la *formation d'un gisement sédimentaire* : substance minérale non métallique ou minerai métallique.

La reconstitution du milieu de sédimentation et des mécanismes de genèse et de dépôt sera effectuée à partir des caractéristiques du gisement et des caractères de la roche. L'étude permettra donc d'introduire des notions de sédimentologie. On dégagera la notion de concentration minérale en milieu sédimentaire (concentration d'un ou plusieurs éléments ou minéraux).

Types de roches, formes de gisements seront en outre mis en rapport avec les *conditions et modes d'exploitation du gisement*. L'étude choisie fournira l'occasion de confronter, à nouveau, le renouvellement de la concentration de l'échelle géologique et la large exploitation des ressources épuisables sur les continents. Il importe aussi de montrer que la connaissance des mécanismes à l'origine du gisement salin, ou du gîte métallifère sédimentaire, conditionne la prospection et l'utilisation des ressources de la planète. D'un bilan des techniques employées : géophysiques, géochimiques, imageries satellitaires, modes de traitement des minerais..., on dégagera la notion de minerais ou de minéraux économiquement exploitables. La notion de réserve minière, comme celle de teneurs exploitables seront reliées à ces possibilités techniques mises en œuvre. Ainsi la notion de gisement et celle de *limite actuelle d'exploitabilité* seront envisagées sous leurs différents aspects géologique et technique, géographique, économique. Les ressources exploitées seront opposées aux ressources potentielles.

Comme pour les substances énergétiques l'utilisation des matières premières minérales offre des perspectives à long terme qu'il conviendra seulement d'évoquer : exploitation des concrétions polymétalliques des océans par exemple.

3° Les ressources en eau.

L'eau est une substance minérale essentielle à l'activité humaine. L'importance, l'inégale répartition des ressources en eau à la surface des continents, le fait qu'elle conditionne la localisation des populations et l'industrialisation, motivent l'étude de l'origine des gisements, de leur dynamique et des problèmes posés par leur exploitation et leur protection.

Cette ouverture sur une discipline des sciences de la terre, l'hydrogéologie, fournira un autre exemple de fondement scientifique à la gestion des ressources naturelles.

En partant d'exemples aussi régionaux que possible, *l'origine de l'eau des nappes libres* sera étudiée en relation avec les capacités d'alimentation, les conditions de circulation souterraine, les caractères des roches et les structures géologiques. Ce chapitre permettra une mobilisation des connaissances acquises sur les rapports entre la présence d'eau, la nature et les propriétés physiques des roches (porosité, perméabilité).

Les nappes libres ou phréatiques donneront lieu à des études cartographiques mesurées, destinées à souligner la notion de bassin versant, les mouvements de l'eau dans le sol et les sous-sols, l'évolution saisonnière de la surface piézométrique (carte des isohypses) et des facteurs qui la déterminent.

Le renouvellement des eaux souterraines et les notions de recharge de la nappe et de mise en réserve temporaire doivent permettre l'étude concrète d'un état d'équilibre entre les apports et les pertes de la nappe.

L'origine des nappes captives aux réserves non renouvelables et *celles des eaux minérales* seront aussi abordées.

Cette connaissance sur la dynamique des gisements sera complétée par *l'étude des processus naturels d'épuration des eaux superficielles* : filtration, dégradation des matières organiques sous l'action des microorganismes, facteurs de minéralisation et métabolisation de matière organique.

Ces processus d'auto-épuration seront abordés en même temps que des techniques d'estimation de la qualité des eaux courantes : demande biologique en oxygène dissous et mesure du déficit, indications biologiques et calcul d'indices biotiques. Un exemple de déséquilibre entre processus de production et consommation, ou eutrophisation, sera aussi envisagé.

Les problèmes posés par *l'exploitation des gisements d'eau* permettront de montrer la complémentarité d'outils de la géologie structurale, de l'hydrogéologie, de la géochimie, sans donner lieu cependant à une étude approfondie des techniques d'exploitation : prospection, forage, captage... Les exemples étudiés des prélèvements liés par exemple aux pratiques culturelles, à l'industrialisation, à l'utilisation géothermique, ou de modifications de la qualité des eaux liées aux activités humaines : pollution chimique, bactériologique, invasion des nappes par les eaux minérales..., feront apparaître la nécessité d'une gestion des réserves des systèmes aquifères, d'une exploitation rationnelle basée sur les apports de différentes sciences de la terre et de la vie, ainsi que des données de géographie humaine et d'économie.

Quelques solutions technologiques au *problème de protection des gisements d'eau* feront apparaître l'intérêt des connaissances approfondies sur la dynamique des gisements.

Dans un chapitre de synthèse, reliant les apports des parties 2 et 3 du programme relatives aux ressources naturelles, on étudiera les *movements de l'eau à l'échelle d'un écosystème* tout d'abord, au niveau du globe ensuite. L'étude des différentes étapes du cycle de l'eau dans un écosystème permettra de préciser les échanges entre lithosphère (ou hydrosphère), biosphère et atmosphère. Le rôle fondamental de l'eau dans la vie des êtres vivants sera illustré par le rapport existant entre la mobilisation biologique et le

flux hydrique des végétaux d'une part, et la production primaire d'autre part.

De façon plus générale, *les échanges d'eau entre les écosystèmes* et l'importance de la consommation liée aux besoins des êtres vivants et aux activités humaines seront pris en compte dans la construction du *cycle hydrologique concernant toute la surface du globe*, et les trois états de l'eau dans la nature. Cette généralisation peut permettre aussi une comparaison du cycle de l'eau en zone aride et en zone humide, soulignant la nécessité de parvenir à une maîtrise de l'eau et, au delà, une nouvelle prise de conscience chez les élèves de la place et de l'influence de l'homme dans la nature.

La conduite de l'enseignement

A) La programmation annuelle.

L'ordre de présentation des trois domaines du programme relève de la liberté d'initiative pédagogique du professeur. La cohérence verticale de la formation prévue au lycée nécessite une couverture complète du programme et une vue synthétique. Une programmation est donc nécessaire. On consacrerá environ 6 à 8 semaines à la première partie, 14 semaines à la deuxième partie, 8 à 10 semaines à la troisième partie.

Progression et programmation dépendent aussi des conditions et des possibilités d'étude des problèmes locaux et régionaux : observation concrète et compréhension de cultures, d'élevages, de pratiques agronomiques, sylvicoles ou aquacoles, d'exploitations de gisements, de réalisations techniques de protection par exemple.

B) La progression éducative.

1° Les objectifs méthodologiques

Dans le prolongement de la formation du premier cycle, la maîtrise de la pratique et des démarches scientifiques propres à la discipline sera recherchée.

L'investigation dans les domaines des sciences de la vie et de la terre peut comporter, pour la mise en évidence et la résolution d'un problème scientifique, les opérations suivantes :

- la description qualitative, observation détaillée des phénomènes fondée sur l'emploi des techniques élaborées, et l'utilisation d'observations mémorisées (banque de données, documents, ouvrages...),
- le classement des phénomènes et des facteurs susceptibles de les déterminer,
- l'analyse expérimentale permettant la description quantitative en termes de relations entre les variables et les fonctions, la recherche d'hypothèses explicatives à éprouver,
- l'explication comportant, au terme de la preuve expérimentale, la réduction des phénomènes à des mécanismes, l'établissement de lois,
- l'interprétation qui dégage la signification des faits.

Au cours de ces opérations, l'élève de seconde devra maîtriser la saisie des informations relatives au sujet scientifique, la capacité de mettre en relation ces données logiques et de formuler le problème en rapport avec les relations établies. La recherche des explications suppose aussi la maîtrise de la notion d'hypothèse et la capacité à concevoir les conditions rigoureuses de son éprouve expérimentale. En outre, un premier apprentissage de la capacité à effectuer une synthèse explicative des phénomènes appréhendés devra être assuré, en vue de préparer aux études ultérieures.

2° Les objectifs de savoir faire technique

L'élève de seconde se familiarisera avec l'emploi des techniques d'observation (utilisation d'instruments optiques) et de manipulation (dissection, techniques de mesures). Il sera aussi entraîné à concevoir et réaliser des montages expérimentaux dans le cadre d'un protocole, selon l'opportunité. La formation technique concernera aussi les modalités de représentation et de traduction des résultats expérimentaux : tableaux, graphiques, dessins d'observations, schémas fonctionnels, par exemple.

Dans le cadre cognitif fixé, l'atteinte de ces objectifs de formation sera facilitée par l'organisation permanente d'échanges mutuels entre les élèves et avec le professeur, ainsi que par la mise en œuvre d'une éducation par l'évaluation.

3° L'évaluation formative

Les objectifs généraux de formation et les objectifs opérationnels qui en dérivent seront atteints au moyen d'activités intégrées au déroulement des leçons et exercices pratiques. Dans ces séquences d'évaluation, l'explication des objectifs fixés et l'indication aux élèves des critères de réussite doivent permettre d'orienter leur progression en analysant la nature des difficultés éventuelles. Ainsi, des apprentissages seront conduits dans le cadre de la maîtrise de ces objectifs, sous la forme d'une série d'exercices étalés dans l'année scolaire. Ainsi conçue sous la forme d'exercices intégrés, au déroulement des leçons et centrés sur des objectifs éducatifs bien explicites, l'évaluation formative a une fonction valorisante pour l'élève. L'apprentissage des capacités est alors gradué, orienté. Il soutient l'effort individuel et conduit à des cheminements de pensée plus rationnels. Cette fonction correctrice ainsi organisée facilite l'adaptation des actions pédagogiques aux capacités actuelles des élèves et à leur évolution.

4° L'évaluation bilan

L'évaluation bilan, appelée aussi sommative doit être préparée par les apprentissages liés à l'évaluation formative. Les questions sont centrées sur les objectifs de formation qui ont donné lieu à une éducation progressive, et en particulier par les exercices de réflexion portant sur documents. À ce niveau de scolarité, on peut en prévoir au moins trois par trimestre. La prise en compte des résultats de la formation méthodologique est aussi importante que l'appréciation des connaissances.

Objectifs, critères de correction et seuils d'exigence seront indiqués pour chaque question.

Ainsi la prise de conscience par les élèves des objectifs et des méthodes propres aux sciences biologiques et géologiques facilitera leur choix positif de la section de première.

Ce choix sera aussi déterminé par l'ouverture du programme sur des domaines scientifiques diversifiés.

C) La motivation et le soutien de l'intérêt des élèves.

Dans le prolongement des nouveaux programmes du collège liant les aspects fondamentaux et appliqués des sciences biologiques et géologiques, le programme de Seconde contribue à l'épanouissement des vocations scientifiques. La motivation est recherchée sur les plans du fond, c'est-à-dire les contenus, et de la forme ou de méthodes d'enseignement.

1° L'ouverture de l'enseignement sur les réalités régionales et les activités humaines

L'ancrage des actions pédagogiques dans le milieu de vie des élèves, ou les milieux proches, le contact avec le réel assuré par des études concrètes, permettent de lier au mieux les connaissances aux pratiques humaines, à la vie individuelle et sociale. Le programme est centré en partie sur l'influence de l'homme moderne sur les phénomènes naturels.

2° L'enseignement par problèmes scientifiques

Dans le cadre des méthodes actives associant les élèves à l'organisation des connaissances autant qu'il est possible de le faire, la valeur éducative des actions pédagogiques tient aux démarches explicatives que conditionne la problématique scientifique. Les sujets doivent permettre, à partir du concret et des acquisitions antérieures des élèves, de formuler les problèmes scientifiques, étapes conduisant par le raisonnement à l'organisation d'un savoir explicatif. Les méthodes pédagogiques diversifiées peuvent, dans ce cadre, solliciter en permanence la réflexion de la classe placée en situation de recherche.

3° Les activités pratiques renforcées

Cet enseignement à dominante expérimentale permet des activités pratiques importantes. Le caractère concret des actions pédagogiques conditionne en grande partie, dans le cadre d'un enseignement expérimental effectué en groupe restreint, la réussite des élèves. Cet aspect pratique doit être renforcé.

Cependant, cette formation expérimentale et la sensibilisation progressive des élèves aux méthodes spécifiques et techniques doivent être intégrées aux démarches explicatives relatives aux problèmes étudiés. De même, toute étude de support anatomique ou cytologique sera reliée aux études explicatives et dégagera les aspects fonctionnels.

4° L'application pédagogique de l'informatique

En classe de Seconde, l'usage de l'outil informatique trouve aussi naturellement sa place. On indique ici quelques suggestions pour les auteurs de logiciels et des recommandations pour la mise en œuvre de ces derniers.

Laissant la priorité au réel et à ses substituts directs, on évitera d'utiliser l'informatique là où le dialogue et l'usage des outils habituels conviennent mieux qu'elle, pour rechercher des emplois spécifiques, valorisant la pédagogie.

Les banques de données mettent à la disposition des élèves un grand nombre d'informations, permettent de les traiter statistiquement et de les relier, le professeur demeurant le guide de la démarche scientifique (analyse, formulation des problèmes, généralisation). Divers organismes régionaux peuvent aider à les constituer, à propos du peuplement des milieux, du dynamisme des populations, de la production des espaces cultivés, de l'évolution des milieux, de l'exploitation des diverses ressources...

Pour la simulation expérimentale, l'ordinateur prendra le relais des professeurs à chaque fois que l'expérience, en raison de sa nature ou de sa durée, ne pourra être réalisée en classe. Il permet alors de présenter les faits aux élèves, de leur demander d'imaginer des hypothèses, d'élaborer un protocole expérimental qu'il pourra traiter. L'aide sera précieuse en éthologie (communication animale, peuplement des milieux), en biologie (conditions et amélioration de la production primaire, sol), pour quelques aspects de la géologie. L'usage de logiciels adaptés aux ressources régionales pourra permettre aux élèves d'entrer en mémoire leurs propres données et résultats qui seront traités grâce à des programmes adaptables par le professeur.

La télédétection fournit des images qui, une fois traitées par ordinateur, fournissent des indications précieuses sur l'organisation et la dynamique des milieux, les peuplements végétaux, les gisements... Quand l'équipement de l'établissement le permet, une initiation de niveau modeste au traitement informatique des images issues des différents canaux peut être pratiquée, sans dénaturer cependant les intentions et l'esprit de programme.

L'utilisation et parfois la création de documents issus des données satellitaires seront envisagées dans le cadre d'un travail interdisciplinaire associant les enseignants de sciences physiques et d'histoire-géographie par exemple.

L'usage de l'ordinateur ne se limite pas à l'appui des séquences de classe relevant directement des programmes ; il peut intervenir dans les actions accompagnatrices telles que révision et mise à jour des connaissances, travail individuel de mise à niveau et de renforcement, travaux de détermination (flore et faunes locales adaptées et limitées), évaluation, suivi des élèves. L'ordinateur peut également intervenir pour présenter des figures (images ou graphes) difficiles à tracer au tableau en raison de la complexité des traits et du nombre de couleurs utilisées.

L'usage des outils informatisés contribuera ainsi à l'atteinte des objectifs généraux de la discipline, à l'éducation et à l'orientation des élèves.

5° L'organisation des traces des activités de classe

Le plan de la leçon reprend les problèmes scientifiques successifs liés au sujet, quelle que soit la méthode choisie par le professeur : active, expositive ou historique. Il représente un moyen d'organiser efficacement le savoir pour un effet durable de l'action pédagogique. Détaché des données descriptives et méthodologiques, ou de documents qui n'ont servi qu'à l'approche, ce savoir ainsi structuré est facile à mémoriser. Il est disponible pour la résolution de problèmes identiques dans des situations voisines ou, à terme, pour la résolution de problèmes nouveaux.

Les productions d'élèves, graphiques et écrites, réalisées à l'occasion des activités pratiques, privilégiant le travail individuel, seront intégrées à la démarche explicative relative au problème étudié.

Les schémas fonctionnels traduisent dans un langage synthétique la compréhension des mécanismes biologiques ou géologiques appréhendés.

C'est à la faveur de la séance réservée au cours, regroupant l'ensemble des élèves de la division, que la vue synthétique sur le sujet dégagera les notions essentielles dont la mémorisation est utile, pour la culture biologique et pour la poursuite d'études scientifiques.

Classe de Première Section A

Biologie humaine

(1 h + 1 h)

I. Nutrition et santé

A. L'alimentation rationnelle de l'Homme

- Diversité des comportements alimentaires.
- Principes de base d'une alimentation équilibrée.
- Quelques maladies à composante nutritionnelle : obésité, kwashiorkor, maladies cardio-vasculaires...
- Prévention des malnutritions : excès, carences, déséquilibres, modes nutritionnels.

B. La construction de sa matière par un être vivant

- Code génétique et synthèse de matière organique spécifique.
- Supports cytotogiques et moléculaires de l'information génétique.
- Notion d'information codée, réplication, expression de l'information.
- Renouvellement biologique.

II. Reproduction et hérédité

A. La reproduction humaine

- Cycles sexuels ; fécondation.
- Biologie embryonnaire et fœtale ; accouchement.
- Médecine prédictive ; diagnostic prénatal.
- Maîtrise de la reproduction : fécondité, contraception, fécondation in vitro, implantation fœtale.

B. Hérédité et génétique humaine

- Un exemple d'hérédité liée au sexe.
- Anomalies chromosomiques et leurs conséquences.
- Anomalies géniques : drépanocytose, thalassémie, mucoviscidose
- Le remaniement de l'information génétique au cours des phénomènes sexuels ; polymorphisme et unicité de l'être humain.

III. Immunologie – Santé – Épidémiologie

A. Les défenses du corps humain

- Réactions immunitaires cellulaires et humorales : mécanisme, rôle ;
 - Dérèglements et déficiences du système immunitaire.
 - L'aide à la réponse immunitaire : vaccins, sérums, greffes de moelle osseuse...

B. Maladies sexuellement transmissibles

C. Épidémiologie d'une grande endémie : le paludisme

IV. Comportement et santé

A. Communication et vie sociale

- Relations interindividuelles : dominance, agressivité, réactions émotionnelles et stress.
- Communications entre organes, nerveuses et hormonales ; communications cellulaires.
- Effets des toxicomanies sur la transmission nerveuse ; accoutumance, tolérance, dépendance.

B. Des rythmes biologiques

- Rythmes endogènes au niveau de l'organisme et des organes.
- Synchronisation des rythmes endogènes.
- Veille-sommeil, troubles du sommeil, fatigue.

Compléments

Le programme de première A définit des éléments d'une culture ouverte sur la biologie humaine et les préoccupations individuelles, familiales et sociales.

Cette formation biologique, indispensable à tous les élèves, s'appuiera sur les applications modernes de la science et sur les réflexions d'ordre éthique qu'elles provoquent. Elle contribuera ainsi à l'éducation de la responsabilité.

Le programme de première A comporte 3 parties, résolument orientées sur des problèmes de biologie humaine et de santé, dans les domaines de la nutrition, de la reproduction, de l'immunologie. La Quatrième partie permet, notamment, une ouverture sur les neurosciences plus largement abordées en terminale.

Une couverture équilibrée des diverses parties du programme devra être assurée. Les séances de travaux pratiques (2 heures par quinzaine) donneront toujours lieu à un travail personnel des élèves et seront l'occasion, le plus souvent possible, d'une activité concrète, de la mise en œuvre d'observations, de manipulations, d'expériences. Des sorties et des visites s'ajouteront éventuellement à ces études pratiques en classe pour rendre plus dynamique l'approche des questions étudiées.

I. Nutrition et Santé

Deux aspects seront envisagés successivement :

- L'alimentation présente chez l'homme une grande diversité, dont les causes et les conséquences sont très variées. L'étude de cette diversité de comportements, complétée par celle des principes de base d'une alimentation rationnelle, permettra, à partir de quelques exemples connus, de mieux comprendre les conséquences d'une alimentation déséquilibrée, et donc d'envisager la

prévention. En s'appuyant sur des bases scientifiques, on aura ainsi l'occasion d'une première ouverture aux problèmes de santé.

- Dans la deuxième partie, la construction de sa matière et le renouvellement permanent de l'être vivant seront expliqués. Une nourriture d'une extrême diversité donne des nutriments de nature peu variée, après simplification moléculaire par la digestion et perte de spécificité d'origine des aliments. On se placera au niveau de la cellule, détentrice du code responsable de cette construction.

A. Alimentation rationnelle de l'homme.

Elle est rationnelle lorsqu'elle répond aux exigences de l'organisme scientifiquement établies.

- Diversité des comportements alimentaires.

Elle témoigne de la grande adaptabilité de l'espèce humaine à son environnement. Cette diversité est liée aux ressources économiques du pays, aux contraintes économiques et démographiques, mais aussi à des habitudes culturelles et à des modes. On choisira un petit nombre d'exemples montrant ces variations, à la fois qualitatives et quantitatives : diversité des modèles de consommation, disponibilité énergétique moyenne par habitant dans le monde. On pourra envisager les variations des habitudes alimentaires en France, dans le temps, déterminer leurs causes et leurs conséquences sur la santé.

- Principes de base d'une alimentation équilibrée.

On comparera les pratiques traditionnelles de l'alimentation, étudiées dans le premier chapitre, aux résultats théoriques, issus des études expérimentales, afin de proposer des régimes équilibrés.

Une étude des principaux constituants des aliments, de leurs caractéristiques, sera réalisée pratiquement sans développements biochimiques exhaustifs. On insistera sur les protéines, caractéristiques de l'espèce et de l'individu, et sur leur grande diversité.

On envisagera les besoins énergétiques globaux de l'organisme sans traiter les méthodes de mesure. La notion de métabolisme basal sera définie. Les facteurs responsables des variations de la dépense énergétique seront présentés. Parallèlement à l'étude des besoins énergétiques, le professeur traitera des besoins plastiques et qualitatifs. Il évitera une distinction trop simpliste et incorrecte entre aliments énergétiques et aliments plastiques. Les pertes irréductibles et le renouvellement de la matière vivante sont à l'origine des besoins plastiques.

Quelques rations alimentaires, correspondant à des types d'activités de la vie moderne et à des situations physiologiques particulières (grossesse, lactation, croissance, activité sportive), seront analysées et expliquées.

Les acquis de la classe de troisième seront ainsi affinés et approfondis, notamment en ce qui concerne les substances indispensables. On signalera les principaux exemples de vitamines, leur origine, leur rôle et on soulignera leur importance physiologique. L'utilité des fibres végétales sera relevée.

Une alimentation rationnelle couvre les besoins énergétiques et assure un équilibre qualitatif.

- Des maladies d'origine nutritionnelle.

La comparaison des besoins nutritionnels de l'organisme et de leurs variations avec certains comportements et modes alimentaires a permis de révéler des insuffisances et des excès. De nombreuses maladies sont la conséquence de ces déséquilibres.

On traitera d'une part des maladies par excès ou dues aux déséquilibres alimentaires, d'autre part des maladies par carence, en étudiant, dans chaque cas, un ou deux exemples, avant de procéder à une généralisation.

En ce qui concerne les premières, caractéristiques essentiellement des pays industrialisés, maladies cardio-vasculaires (athérosclérose, hypertension artérielle), obésité..., on envisagera la multiplicité des facteurs responsables de ces maladies, les causes génétiques, physiologiques, psychiques, culturelles s'ajoutant à la composante nutritionnelle, souvent essentielle.

Pour les secondes : kwashiorkor, avitaminoses, marasme physiologique, caractéristiques de beaucoup de pays en voie de développement, on abordera, au-delà de leurs causes et de leurs conséquences, les possibilités de prévention.

B. La construction de sa matière par un être vivant

On étudiera dans ce chapitre les mécanismes permettant la fabrication, à partir d'un nombre réduit de nutriments de base, de nos propres constituants. Un rappel du bilan de la digestion est donc nécessaire. L'explication de la diversité des molécules organiques synthétisées dans l'organisme et de sa réalisation est essentielle. On rappellera de même les transformations chimiques des métabolites à l'origine de la libération d'énergie et de l'édification de notre matière.

- L'information génétique sera localisée au niveau du noyau de la cellule, et en particulier des chromosomes.

En travaux pratiques, une étude de la structure et de l'infrastructure cellulaires sera réalisée, ainsi que celle des chromosomes.

La structure de l'ADN, support chimique de cette information, ses caractéristiques, la propriété essentielle de cette molécule de s'autoreproduire au cours de la réplication, seront traitées d'une façon simple, sans développements biochimiques excessifs. On dégagera ainsi la notion d'information codée.

L'expression de l'information, c'est-à-dire la synthèse des constituants cellulaires spécifiques, sera étudiée dans la deuxième partie. On localisera la synthèse des protéines ; l'existence d'ARN messager, intermédiaire entre l'ADN et les protéines, sera signalée.

Le code génétique et ses caractéristiques seront présentés sans développements excessifs. Seul le principe des mécanismes de transcription et de traduction du message nucléaire sera décrit. La régulation de la synthèse des protéines est hors programme. La structure du gène ne sera pas abordée. En revanche, on signalera l'existence d'enzymes spécifiques et le besoin d'énergie.

- Le renouvellement biologique

On montrera, à partir de quelques exemples, que tout organisme, pour se maintenir en vie et en équilibre, se nourrit pour, d'une part, satisfaire ses besoins énergétiques et assurer sa croissance, mais d'autre part, quel que soit son âge, pour permettre des synthèses continues de matières organique et minérale (renouvellement des ions fixés dans les os, présents dans les muscles, le sang,...).

Cellules et molécules se forment et disparaissent en permanence, d'où l'existence d'un état d'équilibre dynamique grâce à la mobilisation et la mise en réserve constante de molécules diverses essentiellement glucidiques et lipidiques.

II. Reproduction et hérédité

A. La reproduction humaine

La reproduction sexuée chez l'homme est étudiée sous l'angle physiologique. Les connaissances fondamentales seront reliées à leurs applications et aux aspects scientifiques de la maîtrise de la reproduction humaine. Les étapes de la formation des gamètes

auront pour support l'anatomie et l'histologie des organes génitaux, testicule et ovaire. Les caractères et la structure des gamètes seront mis en rapport avec leur activité, les mécanismes physiques et chimiques qui amènent l'attraction et la pénétration des spermatozoïdes, la fécondation. La méiose sera étudiée dans le chapitre concernant l'hérédité, ainsi que la réorganisation chromosomique de l'information génétique dans l'œuf. **Les cycles sexuels** et leur déterminisme (cycle ovarien, des effecteurs, sécrétion des hormones sexuelles) seront présentés avec simplicité. Les mécanismes régulateurs des sécrétions hormonales seront ainsi réduits aux bases scientifiques indispensables à la compréhension du principe de la contraception chimique. De même, on se bornera à présenter quelques stades de développement de l'œuf humain. En revanche, les aspects biologiques et anatomiques de la vie embryonnaire et de la vie fœtale seront précisés ; les relations entre organisme maternel et organisme fœtal seront envisagées sous leurs différents aspects, en privilégiant l'étude des rapports trophiques. Les données des techniques modernes d'imagerie médicale faciliteront cette étude. L'accouchement sera envisagé de façon sommaire.

Ces aspects fondamentaux de la connaissance seront prolongés par une information sur le diagnostic prénatal ; le dépistage précoce – anténatal – des maladies congénitales et héréditaires, la détection des terrains favorables d'une affection donnée font l'objet de la médecine prédictive, actuellement en plein essor. Avec les progrès récents de la génétique moléculaire, l'analyse de l'ADN fœtal représente une application médicale essentielle. Il importe d'informer sur les principes techniques et les fondements biologiques de cette prévention primaire, afin de préparer à l'exercice de la responsabilité individuelle et familiale au terme des examens biologiques.

Les causes de la stérilité masculine et féminine motiveront, en outre, l'information sur les techniques nouvelles mises au service de la reproduction, avec les progrès récents concernant la fécondation in vitro et les transferts d'embryons.

B. Hérité et génétique humaine

Dans le prolongement de la première approche du programme génétique réalisée au collège, la transmission d'un caractère héréditaire lié aux chromosomes sexuels permettra de présenter d'une part les mécanismes méiotiques de séparation des chromosomes paternels et maternels, et d'autre part le processus de recombinaison au hasard lors de la fécondation. L'analyse d'arbres généalogiques concernant la transmission de l'hémophilie, ou de la myopathie de Duchenne par exemple, servira de support médical à cette étude. Elle sera l'occasion de présenter le caryotype humain.

De même, en choisissant l'exemple de maladies humaines génétiquement déterminées, dont on élucidera l'origine et le mode de transmission, il sera possible de distinguer entre les anomalies chromosomiques et géniques. On envisagera un cas de trisomie (mongolisme ou syndrome de Down), et plus généralement des exemples d'aberrations affectant le nombre de chromosomes (syndrome de Klinefelter, de Turner...) ou leur structure. Le sérieux problème de la santé publique que représentent les hémoglobinopathies motivera l'étude de la **transmission de trois maladies autosomiques récessives** : drépanocytose ou anémie falciforme, thalassémie, mucoviscidose, et leur explication biochimique. On soulignera à nouveau l'importance du dépistage précoce de ces maladies, application des découvertes récentes en génétique moléculaire.

Une généralisation sur le brassage inter chromosomique et les mécanismes de remaniement de l'information génétique au cours des phénomènes sexuels préparera l'étude de la théorie synthétique de l'évolution inscrite au programme de terminale A. Au brassage des allèles, facteur de variation interindividuelle et de diversification du pool génétique, on opposera l'invariance des caractères de l'espèce. La variabilité et le polymorphisme génétiques à l'intérieur de l'espèce fonderont l'idée d'unicité de l'être humain. Cette explication de la diversité du génome humain, ces différences génétiques entre populations humaines et entre individus, permettront d'aboutir au principe de l'établissement des cartes factorielles et au-delà, mais sans étudier sa structure, à la notion moderne d'unité génétique.

III. Immunologie – Santé – Épidémiologie

L'organisme humain évolue en permanence dans un milieu peuplé d'une multitude de microbes, dont certains sont responsables de maladies, soit passagères, soit endémiques, et il est en contact avec des substances chimiques variées. Il possède ou est capable d'acquiescer les moyens de lutte lui permettant de maintenir son intégrité.

A. Les réactions immunitaires, cellulaires et humorales seront présentées en approfondissant certains acquis de la classe de troisième. Ainsi, les réactions immunitaires non spécifiques seront opposées aux réactions spécifiques, en décrivant les principaux effecteurs de ces réactions, leurs modes de reconnaissance, de multiplication, de communication et d'action.

Les organes de l'immunité seront situés, sans en faire une étude histologique détaillée.

On présentera les caractéristiques de la structure de la molécule d'anticorps permettant d'expliquer sa spécificité, et les mécanismes essentiels par lesquels elle assure la défense de l'organisme. L'origine et le mode de formation des anticorps seront expliqués simplement et la grande diversité de ces molécules sera reliée à la connaissance du code génétique et de son expression, traités dans la première partie.

L'étude exhaustive des divers types d'anticorps, ainsi que les mécanismes d'action du complément, ne sont pas au programme. On évoquera la notion de coopération cellulaire. Les facteurs permettant la reconnaissance et l'activité des cellules ou des substances produites (récepteurs membranaires, structures antigéniques) seront signalés. On insistera sur l'intérêt et l'importance de la diversité des réponses, favorisant la survie de l'espèce lors d'une épidémie.

L'étude des réactions immunitaires vis à vis d'éléments étrangers sera complétée par celle des mécanismes de discrimination du soi et du non-soi. Les antigènes des groupes sanguins et ceux d'histocompatibilité seront ainsi définis et localisés.

Au cours de l'étude des mécanismes de défense, on situera quelques exemples de dérèglements et de déficiences du système immunitaire (réactions auto-immunes, cellules tumorales). Une approche moderne, basée sur les mécanismes de défense, permettra une définition des méthodes d'aide à la réponse immunitaire : leurs principes, illustrés par quelques exemples, montreront les progrès réalisés de la médecine pastorienne aux connaissances actuelles en biologie cellulaire.

B. Les maladies sexuellement transmissibles

L'information qui sera apportée aux élèves sur l'importance et la recrudescence actuelle des MST, les responsables des principales d'entre elles (syphilis, blennorragie, affections à chlamydiées, SIDA), leurs modes de transmission, leurs conséquences à long terme et leur prévention s'appuiera constamment sur des explications scientifiques. On reliera cette étude aux apports de celle des mécanismes de défense du corps humain, mais aussi à la biologie du fœtus et de l'embryon, traitée dans la deuxième partie du programme.

La compréhension développée à travers cette étude, qui ne saurait se réduire à un inventaire des MST, devrait aussi favoriser une attitude responsable de l'adolescent, futur adulte, en évitant une dramatisation excessive.

C. L'épidémiologie du paludisme

Cette maladie infectieuse menace un tiers de la population mondiale dans les régions tropicales et intertropicales. Elle est en pleine recrudescence actuellement, malgré une lutte intensive, du fait de l'apparition de formes de résistance, et en voie de dissémination à cause de l'essor des voyages. Cet exemple permettra d'illustrer l'importance et les causes d'une grande endémie, et de faire prendre conscience de la nécessité d'envisager les problèmes de santé à l'échelle du globe. On dégagera la notion d'agent pathogène, de cycle de développement, de vecteur de la maladie, et on étudiera les méthodes de lutte et de traitement préventif et curatif, en évoquant les solutions actuelles envisagées pour enrayer cette grande endémie.

IV. Comportement et santé.

A. Communication et vie sociale

Le chapitre permet un éclairage scientifique sur les réactions de l'organisme aux changements de l'environnement. L'étude d'un exemple de comportement d'agression, à partir de phénomènes observables, doit permettre d'aborder des facteurs et mécanismes intervenant dans la communication interindividuelle. L'analyse des stimuli physiques et psychosociologiques, le rôle des structures nerveuses concernées dans les réactions émotionnelles (amygdale, septum) et celui du système endocrinien (hormones catécholamines, corticostéroïdes), l'étude de la commande hypophysaire des glandes surrénales, la mention des conséquences néfastes du stress permettront de dresser de manière simple l'état actuel des connaissances. Celles-ci, malgré des études expérimentales, comportent des incertitudes. Cependant, ces problèmes complexes sont très présents, dans les concentrations urbaines en particulier.

Cette partie du programme préparera les études proposées en classe de terminale et ouvertes sur la neurobiologie et les neurosciences en plein développement.

- **La communication nerveuse** entre organes, mise en évidence en classe de seconde, est appréhendée au niveau de l'élaboration du code, le message nerveux, en relation avec les caractéristiques de la stimulation ; on étudiera la nature de ce message, sa conduction, sa transmission entre neurones, l'intégration dans les centres nerveux, la transmission des messages efférents aux effecteurs. La conversion du signal électrique en signal chimique sera seulement évoquée, sans l'étude des mécanismes concernant les molécules membranaires.

- **La communication humorale** à longue distance sera envisagée sous l'angle de l'élaboration du message hormonal, de sa gradation, de son transport, de son action, par exemple à partir de l'étude des réactions à l'exposition au froid. L'exemple de l'intégration de mécanismes nerveux et hormonaux servira à fonder l'idée d'unité de l'organisme.

Les mécanismes biochimiques de la communication cellulaire (transduction des signaux externes en signaux internes, seconds messagers) seront seulement indiqués. Cependant, la modulation de l'action des neurotransmetteurs par la morphine exogène et l'enképhaline, par exemple, représente une explication illustrant utilement les effets des toxicomanies sur les récepteurs de la transmission nerveuse, ou le mécanisme neuronal de l'accoutumance. Les notions de tolérance et de dépendance seront ainsi abordées sous l'angle strictement scientifique.

B. Des rythmes biologiques

La chronobiologie, science en plein développement, traite de l'organisation temporelle des variations biologiques chez l'homme. L'étude, à partir d'un petit nombre d'exemples, des rythmes quotidiens d'activités métaboliques, nerveuses, endocriniennes, celle des cycles de veille et de sommeil, constitueront une nouvelle occasion de sensibiliser les élèves aux relations entre les aspects fondamentaux de la recherche en biologie et, d'une part, les applications en médecine (chronopharmacologie), d'autre part, la nécessaire autogestion comportementale. En outre, il importe d'informer sur le rôle des stimuli physiques de l'environnement humain dans la synchronisation des rythmes endogènes. Ainsi, les stimuli du monde extérieur modifient par exemple l'alternance entre repos nocturne et activité diurne, provoquent à terme les troubles du sommeil ou perturbent la qualité de celui-ci. Les dangers du recours aux hypnotiques, aux somnifères, seront soulignés.

La culture de base indispensable en biologie humaine sera ainsi reliée aux pratiques et aux préoccupations actuelles de l'homme contemporain.

Classe de Première Section B **Sciences - Santé - Économie** (1 h + 1 h)

Le programme de première B est identique à celui de première A pour ce qui concerne les trois premières parties, la quatrième partie est totalement différente.

Dans la partie trois, un § est légèrement différent :

- Les défenses du corps humain

- Réactions immunitaires cellulaires et humorales : mécanisme, rôle.
- Dérèglements et déficiences du système immunitaire.
- L'aide à la réponse immunitaire : vaccins, sérums, greffes de moelle osseuse...
- Applications biotechnologiques : génie génétique et immunologie

Partie nouvelle

Science et économie

Applications bio-agronomiques

- Amélioration des espèces animales et végétales. Variabilité de l'espèce, manipulations génétiques.
- Élevages industriels et production animale.
- Recherches agroalimentaires et nutrition animale.

Rôle et responsabilité scientifique de l'homme

- Dans la réalisation d'un grand ouvrage de génie civil.
- Dans l'évolution des grands équilibres de la biosphère.
 - Pollutions.
 - Protection et mise en valeur de milieux naturels.

Compléments

(ne sont indiqués que les § présentant des différences. Pour les contenus entre crochets, se reporter au programme de 1^e A)

Le programme de première B définit des éléments d'une culture ouverte sur la biologie humaine et les préoccupations individuelles, familiales, sociales et économiques.

[Cette...responsabilité]

Le programme de première B comporte 3 parties, résolument orientées sur des problèmes de biologie humaine et de santé, dans les domaines de la nutrition, de la reproduction, de l'immunologie. La quatrième partie apporte des informations sur les relations entre science fondamentale, science appliquée et économie, et permet de montrer le rôle et la responsabilité scientifique de l'homme à l'échelle de la région et du globe.

[Une couverture...étudiées]

Dans cette classe, l'enseignement s'ouvrira, chaque fois que l'occasion se présentera, aux aspects sociaux et économiques des questions étudiées, en liaison avec les professeurs des sciences économiques et sociales et d'histoire-géographie.

I. Nutrition et Santé

Deux aspects seront envisagés successivement :

- [L'alimentation...d'origine des aliments] On se situera au niveau de la cellule, détentrice du code responsable de cette construction, pour conduire cette étude.

- Alimentation rationnelle de l'homme

[Elle est rationnelle...dans le monde] On pourra envisager le problème à deux niveaux, à l'échelle mondiale, mais également à l'échelle de la France : variations des habitudes alimentaires dans le temps, leurs causes et leurs conséquences.

[Principes de base d'une alimentation équilibrée...essentiellement glucidiques et lipidiques]

II. Reproduction et hérédité

- La reproduction humaine

[La reproduction sexuée chez l'homme...façon sommaire]

Ces aspects fondamentaux de la connaissance seront prolongés par une information sur le diagnostic prénatal ; le dépistage précoce – anténatal – des maladies congénitales et héréditaires, la détection dès la vie intra-utérine des anomalies chromosomiques, l'usage de marqueurs sanguins génétiques, ou plus généralement la détection des terrains favorables d'une affection donnée font l'objet de la médecine prédictive, actuellement en plein essor. Avec les progrès récents de la génétique moléculaire, l'analyse de l'ADN fœtal représente une application médicale essentielle. Il importe d'informer sur les principes techniques et les fondements biologiques de cette prévention primaire, afin de préparer à l'exercice de la responsabilité individuelle et familiale au terme des examens biologiques.

[Les causes de la...transferts d'embryons]

- Hérédité et génétique humaine

[Dans le prolongement...notion moderne d'unité génétique]

III. Immunologie – Santé – Épidémiologie

[L'organisme humain...son intégrité.]

- **Les réactions immunitaires, cellulaires et humorales** [seront présentées en approfondissant...connaissances actuelles en biologie cellulaire.]

Le professeur insistera sur quelques applications actuelles du génie génétique, dans le domaine de la santé en particulier : production d'anticorps monoclonaux, mise au point de sondes géniques, élaboration de vaccins nouveaux, détermination des cartes chromosomiques humaines et recherche des mécanismes de régulation ou des déficiences du système immunitaire. On insistera sur l'explosion actuelle des connaissances et techniques dans le domaine de la biologie. La quatrième partie du programme enrichira cette étude en abordant les applications économiques permettant l'amélioration et l'augmentation de la production biologique.

- Les maladies sexuellement transmissibles

[L'information qui sera...une dramatisation excessive]

- L'épidémiologie du paludisme

[Cette maladie infectieuse...enrayer cette grande endémie]

IV. SCIENCE ET ÉCONOMIE

- Applications bio-agronomiques

Les rapports entre biologie, agriculture et industrie sont soulignés dans cette partie du programme qui prolonge l'étude réalisée en

seconde des conditions de la production de la biomasse, au niveau des milieux naturels et aménagés par l'homme.

L'ouverture de l'enseignement sur les recherches agronomiques concernant *Pamélioration des espèces animales et végétales* complète l'information des élèves sur les moyens actuels et les perspectives de développement des rendements sur le plan quantitatif, mais aussi de la résistance aux maladies, de l'adaptation aux goûts. Un choix limité d'exemples concernant des plantes cultivées comme les variétés céréalières, ou les animaux d'élevage, permettra d'aborder les notions de *sélection* génétique, généalogique et récurrente, *d'hybridation* et de développement de nouvelles variétés ou races. On présentera aussi le principe des méthodes sophistiquées de *l'ingénierie génétique* : isolement et repérage d'un gène, clonage moléculaire du gène in vitro au moyen d'un plasmide vecteur, transfert de gène et modification du patrimoine génétique.

Un choix limité de procédés ou de technologies appliqués à l'agriculture suffira pour illustrer l'exploitation par l'Homme de la variabilité génétique, avec des avantages économiques (adaptation aux conditions climatiques et agronomiques, accroissement de la productivité).

La reproduction des caractéristiques génétiques intéressantes par *les élevages industriels* sera abordée sous l'angle des pratiques relevant de la maîtrise des cycles biologiques d'activité sexuelle (aspect hormonal), de l'insémination artificielle, des transferts d'embryons. Le génie aquacole pourra servir également de base à cette étude, si la région développe ces productions biologiques. Dans tous les cas, on abordera aussi les aspects trophiques (ensilage, engraissement...).

Les recherches agroalimentaires en rapport avec l'alimentation animale illustreront la révolution biotechnologique industrielle. Sans traiter des fondements scientifiques de ces recherches, on donnera des exemples de biosynthèses, comme la production de lysine pour l'alimentation du bétail, la transformation de produits par génie enzymatique, la recherche d'une alimentation de complément.

Des recherches concernant la production primaire et relatives à l'économie des engrais minéraux par l'amélioration de l'efficacité des symbioses naturelles qui permettent la fixation de l'azote et, à plus long terme, à la fixation directe de cet élément atmosphérique par les plantes, illustreront les apports complémentaires des disciplines. Ainsi, compte tenu de la complexité des processus biologiques mais aussi de l'importance de l'enjeu, la nécessité d'une collaboration étroite entre généticiens, cytologistes, immunologistes et biochimistes sera soulignée. Cette partie du programme devrait permettre un contact des élèves avec le milieu ouvert de la recherche en mouvement.

Rôle et responsabilité scientifique de l'Homme

L'Homme se distingue de tous les autres êtres vivants par ses facultés d'adaptation aux variations des conditions du milieu et sa capacité de modifier très profondément ce milieu, pour des raisons essentiellement économiques. L'équilibre entre les aspects positifs, à court ou à long terme, et les aspects négatifs n'est pas toujours facile à évaluer ou à réaliser, car d'innombrables paramètres interdépendants interfèrent, rendant les choix souvent délicats.

L'enseignement de cette partie du programme prolongera l'étude, effectuée en classe de seconde, de l'évolution d'un milieu sous l'influence de l'Homme. On développera et enrichira ce sujet, pour dégager, sur des exemples précis, l'action de l'Homme sur quelques grands équilibres, et donc sa responsabilité dans leur évolution.

- À partir de l'étude de la réalisation d'un grand ouvrage de génie civil (barrage, centrale nucléaire, tunnel, TGV,...) on illustrera la nécessité de la prise en compte des apports de disciplines très variées : géologie, hydrologie, climatologie, écologie, génie civil, économie, etc., en insistant en particulier sur le rôle spécifique du géologue ; celui-ci intervient dans la détermination du site d'implantation de l'ouvrage, prenant en compte les contraintes géologiques, l'évaluation des risques naturels,... On analysera les divers paramètres à intégrer pour une telle réalisation : contraintes naturelles, économiques, risques industriels, perturbations de l'environnement,...

- Les développements démographiques, économiques et techniques ont, si l'on veut garantir à l'Homme la satisfaction de ses besoins de tous ordres : subsistance, confort, loisirs, des conséquences importantes sur le milieu naturel, par suite de l'industrialisation et de l'urbanisation.

On illustrera les conséquences de cette action de l'Homme sur certains grands équilibres (atmosphère, hydrosphère, cycles biogéochimiques, équilibres biologiques d'environnement, de qualité de la vie...) à court ou à long terme, en recherchant, par une analyse objective, les aspects positifs et négatifs. On évitera de faire un catalogue de toutes les variétés ou causes de pollutions, en se limitant à quelques exemples précis, et on reliera, dans la mesure du possible, ces derniers à des problèmes de santé, de production, d'économie, de qualité de la vie.

La prise en compte actuelle de la nécessité de protection et de mise en valeur de milieux naturels, à l'échelle régionale, nationale ou mondiale : actions, préventions, aménagements, mesures industrielles et juridiques, sera signalée.

Classe de Première Section S **Biologie – Géologie** (1h + 1h30)

À l'issue de la classe de seconde, les élèves de première scientifique ont effectué un choix motivé de leur section. Le programme de première S prolonge celui du niveau précédent, dont les acquis pourront être réinvestis dans chacune de ses deux parties, consacrées à la biologie et à la géologie.

Ce programme permettra l'acquisition d'un savoir solide et structuré, une sensibilisation aux principes unificateurs actuellement perçus de la biologie et de la géologie. Une modernisation des techniques d'investigation des mécanismes de la vie et du fonctionnement de la Terre facilitera une approche actualisée des contenus scientifiques. En outre, la poursuite d'une formation cohérente à la méthode hypothético-déductive contribuera à l'éducation des qualités scientifiques des élèves.

Les durées prévues pour les enseignements des deux parties sont respectivement de 2/3 et 1/3 de l'année scolaire. La couverture du programme est indispensable afin d'assurer la cohérence et la continuité de l'enseignement de la seconde à la terminale.

Biologie

Cette première partie aborde les phénomènes de production et de transformation de la matière au niveau de l'organisme ainsi que

le flux d'énergie chez les êtres vivants, sans développement relatif à l'énergie cellulaire. Les connaissances fondamentales sont reliées à des applications technologiques.

Programme

I. Les transformations de la matière et le flux d'énergie chez les êtres vivants

Instructions

Les conditions de la production, le transfert et la transformation de matière ont été abordés en classe de seconde au niveau de l'écosystème. La notion de matière organique synthétisée a été acquise globalement. Les études des relations trophiques et des bases scientifiques de l'amélioration par l'Homme de la production primaire ont illustré l'interdépendance des êtres vivants et du milieu.

En classe de première S, ces notions vont être précisées en déterminant la nature et la variété des substances organiques synthétisées et mises en jeu, au niveau de l'organisme et de la cellule, le niveau ultra structural et biomoléculaire étant réservé à la classe terminale.

Cette étude sera prolongée par celle de la consommation et du devenir des aliments. Ainsi, l'existence d'un cycle de la matière et d'un flux d'énergie dans le monde vivant sera le fil conducteur de toute cette première partie. L'étude sera enrichie par celle des problèmes de nutrition chez l'Homme et des applications industrielles de connaissances fondamentales relatives à la production de matière.

Programme

A. La production primaire au niveau de l'organisme

- La mobilisation biologique des substances minérales : eau, ions, carbone.
- L'élaboration de la matière organique : origine de l'énergie, conversion de l'énergie lumineuse en énergie chimique.

Instructions

L'analyse expérimentale de l'absorption des substances minérales : eau, ions, dioxyde de carbone, au-delà de l'exploitation des données d'observation relatives aux pratiques culturales, permettra d'appréhender les phénomènes impliqués dans la mobilisation biologique. L'absorption racinaire et foliaire, la transpiration, ainsi que le principe des mécanismes de diffusion et l'existence d'un transport actif seront étudiés en liaison avec l'organisation du végétal vert, avec notamment une approche morphologique et structurale des systèmes racinaire et foliaire. Les rapports trophiques entre végétal et milieu seront abordés dans le prolongement du programme de seconde.

La production de matière organique sera constatée dans sa diversité (glucides, lipides, protéides) et localisée cytologiquement. L'infrastructure du chloroplaste ne sera pas étudiée.

La transformation des substances minérales oxydées (CO_2 , NO_3^-) en matière organique nécessite un apport énergétique. L'origine de l'énergie (photons) motivera l'étude du rôle des pigments chlorophylliens et une approche simple des mécanismes de conversion de l'énergie lumineuse en énergie chimique, ou photo-conversion. Cette étude permettra de faire référence aux notions acquises en chimie organique et minérale (liaison C-C, réaction d'oxydoréduction). Le résultat de cette conversion, c'est-à-dire la production d'une molécule riche en énergie, l'ATP, sera indiqué. Le mécanisme de cette production n'est pas au programme de la classe de première S. L'étude expérimentale de l'influence de facteurs externes (CO_2 , éclairage, température) et internes (espèce, conditions de développement, âge, ...) sur l'intensité photosynthétique permettra de dégager la loi du minimum et la notion de facteur limitant. Les équipements d'expérimentation assistée par ordinateur seront utilisés au fur et à mesure de leur implantation, ici comme dans les différentes parties du programme qui s'y prêtent.

La production primaire est liée au végétal chlorophyllien. On montrera que la synthèse initiale d'un glucide est à l'origine de la synthèse de toutes les substances organiques présentes dans toutes les cellules de la plante.

L'ensemble des phénomènes étudiés constituent le moyen de produire de la matière organique en partant exclusivement des éléments minéraux : la notion d'autotrophie est ainsi établie.

Programme

B. L'alimentation animale

- 1) Diversité des comportements alimentaires.

Instructions

L'étude de quelques comportements alimentaires mettra en évidence les moyens de se procurer la nourriture chez des animaux phytophages et zoophages, ainsi que les différents types de régimes alimentaires. La variété, quantitative et qualitative, des aliments, la spécificité plus ou moins grande de ceux qui sont ingérés, seront envisagées. La relation entre comportements alimentaires et modes de nutrition d'une part, organisation générale d'autre part, sera établie. Ce chapitre sera cependant considéré essentiellement comme une introduction à l'étude physiologique de la nutrition.

Programme

- 2) Des aliments aux nutriments : digestion des aliments, catalyse enzymatique ; simplification moléculaire.

Instructions

L'étude expérimentale de deux hydrolyses digestives permettra de dégager la signification de la digestion (la simplification moléculaire progressive), et l'intervention des enzymes. La notion de catalyse enzymatique sera établie ; on insistera sur la spécificité des enzymes et on évoquera seulement leurs autres propriétés.

L'étude pratique de la composition de quelques aliments portera sur un nombre limité d'exemples, de sorte que les grandes catégories biochimiques : protéides, lipides, glucides, et leurs caractéristiques puissent servir la compréhension de la digestion.

Ainsi, la diversité des molécules apportées par l'alimentation pourra être opposée à la faible variété des nutriments mis à la

disposition des cellules, après digestion éventuelle et absorption intestinale.

Programme

3) Destinée des produits de la digestion.

Instructions

Son étude nécessitera la mise en évidence de l'absorption, la présentation des surfaces d'échanges et du principe des mécanismes cytophysiologiques au niveau de l'épithélium intestinal.

Le passage des substances absorbées dans le sang ou dans la lymphe et la mise à la disposition des cellules d'un ensemble varié mais limité de nutriments seront ainsi établis.

Programme

C. Le devenir des nutriments

- La libération de l'énergie
 - La respiration
 - Les fermentations

Instructions

L'étude expérimentale de la respiration se fera à l'échelle de l'organisme, des tissus et de la cellule, sans que le mécanisme de la respiration cellulaire, le rôle des organites et les chaînes réactionnelles ne soient envisagés. On dégagera les aspects qualitatifs et quantitatifs des échanges respiratoires, ainsi que la signification de l'intensité et du quotient respiratoires.

L'équation globale de la respiration cellulaire sera établie : l'intervention des enzymes respiratoires et les types de réactions cataboliques seront présentés simplement. Les mécanismes cellulaires de la respiration, la production et le rôle de l'ATP relèvent de la classe terminale.

Le phénomène de la respiration apparaîtra comme une oxydation des substances organiques : glucides, lipides, protides, acides organiques, en substances minérales. L'énergie chimique potentielle des métabolites fournit l'énergie utilisable aux cellules.

L'étude des fermentations, limitée à deux cas, les fermentation alcoolique et butyrique par exemple, permettra de mettre en évidence la propriété de certaines cellules d'utiliser une partie seulement de l'énergie potentielle des métabolites, un résidu organique demeurant.

Programme

- L'assimilation ; le renouvellement biologique, la mise en réserve.

Instructions

On établira nettement la distinction entre absorption et assimilation. À partir de molécules relativement peu variées, l'organisme construit sa propre matière vivante. La spécificité de composition découle de l'information génétique.

La nature, les mécanismes de son expression seront étudiés en classe terminale. On montrera que tout organisme, pour se maintenir en vie et en équilibre, se nourrit, d'une part pour satisfaire ses besoins énergétiques, pour assurer sa croissance, mais d'autre part, quel que soit son âge, pour permettre des synthèses continues de matière organique et minérale (renouvellement des ions fixés dans les os, présents dans les muscles, le sang,...). Cellules et molécules se forment et se dégradent en permanence, d'où l'existence d'un état d'équilibre dynamique, grâce à la mobilisation et à la mise en réserve constantes de molécules diverses, essentiellement glucidiques et lipidiques.

Programme

D. L'alimentation rationnelle de l'homme

- Les dépenses énergétiques et les besoins nutritionnels ; le bilan énergétique ; le métabolisme basal.
- Les besoins alimentaires qualitatifs.
- Les rations alimentaires

Instructions

On comparera les pratiques traditionnelles de l'alimentation aux résultats théoriques issus des études expérimentales, afin de proposer des régimes équilibrés. La mesure des dépenses énergétiques de l'Homme dans différentes conditions, ainsi que celle du métabolisme de base dont dépend l'évaluation des besoins énergétiques, fonderont donc la définition d'une alimentation rationnelle, l'établissement de la nature et de la quantité des aliments nécessaires.

La couverture des besoins quantitatifs, besoins hydriques, en sels minéraux, en vitamines, en nutriments essentiels et en fibres végétales constituera l'autre partie de l'étude. On montrera aussi que l'établissement des rations alimentaires prend en compte non seulement les besoins physiologiques ainsi définis, mais aussi les habitudes et les conditions socio-économiques des populations concernées.

Programme

E. Un exemple de relations entre les êtres vivants et leur milieu

- Rôles et interdépendances des végétaux, des animaux et des bactéries dans la transformation des substances. Autotrophie et hétérotrophie.
- Esquisse du cycle du carbone et du cycle de l'azote ; flux d'énergie.

Instructions

Une étude synthétique permettra de relier les phénomènes étudiés dans les précédents chapitres et ceux de la classe de seconde. La production de matière organique à partir de la réduction des substances minérales mobilisées, le transfert de matière organique des producteurs aux consommateurs de divers ordres, et le retour à l'état minéral souligneront l'interdépendance entre les autotrophes et les hétérotrophes. Ces liens fonctionnels apparaîtront au sein des quatre ensembles en contact, la surface des continents, l'hydrosphère, l'atmosphère et la biosphère. Le rôle des microorganismes (champignons, bactéries) sera mis en évidence, notamment au niveau de la fixation de l'azote et du retour à l'état minéral. L'esquisse des cycles biogéochimiques du carbone et de l'azote regroupera les faits d'observation et d'expérience et sensibilisera à l'importance de l'action de l'Homme sur la biosphère. Ces cycles souligneront les rôles fondamentaux des êtres vivants dans l'utilisation directe ou indirecte de l'énergie solaire ; on opposera le flux unidirectionnel d'énergie à la circulation cyclique des éléments qui constituent la matière.

Programme

F. Des applications technologiques

- Élevages industriels et production animale.
- Applications industrielles des fermentations.

Instructions

Parmi l'ensemble des techniques proposées aux élèves, on choisira quelques exemples en rapport avec la production animale, soulignant les relations entre les aspects fondamentaux et appliqués de la biologie.

Le principe physiologique de la synchronisation hormonale des cycles sexuels et reproducteurs des animaux d'élevage (brebis, vaches,...) sera présenté en prenant appui sur les acquis des classes antérieures. On limitera l'étude à des schémas explicatifs. La pratique de la transplantation des embryons et ses perspectives feront l'objet d'une étude sommaire. L'information portera aussi sur l'alimentation animale et la recherche des sources d'aliments azotés, ouvrant ainsi l'enseignement à des aspects de l'industrie agroalimentaire. La possibilité d'une amélioration génétique des races sera envisagée. Ses mécanismes ne sont pas au programme.

Deux exemples d'applications industrielles des fermentations seront choisis, dans le prolongement des études fondamentales : parmi les nombreuses possibilités, la valorisation des déchets et sous-produits (production de biogaz à partir du lisier des grands élevages), les fermentations agroalimentaires, la production de biomasse ou de protéines microbiennes, la fabrication de vitamine B 12, d'antibiotiques,...

On soulignera l'intérêt de différents groupes de microorganismes d'importance industrielle : levures, moisissures, bactéries et actinomycètes, en montrant la diversité des produits obtenus et des modalités matérielles de leur obtention. L'amélioration des souches, la programmation génétique des microorganismes industriels ne seront pas abordés.

L'idée d'une fécondation réciproque entre biologie fondamentale et technologies constituera la conclusion de ce chapitre.

Géologie

Consacré à la dynamique du globe terrestre, l'enseignement de la géologie en classe de première s'intéresse, avec la dynamique interne, au caractère historique des sciences de la Terre et à leur aptitude à développer l'esprit de synthèse, à mener aux abstractions. Cet enseignement valorisera le va-et-vient entre le réel complexe, les faits d'observation et d'expérience d'une part, les modèles explicatifs d'autre part. Les élèves seront ainsi amenés à saisir l'ampleur des échelles d'espace et de temps nécessaires au développement des raisonnements.

La géodynamique interne a été privilégiée car le mode d'intervention des facteurs tels que composition chimique des roches, pression et température, déjà pris en considération pour expliquer les phénomènes dans les conditions d'espace, de temps et de masse caractéristiques de l'échelle géologique est aujourd'hui mieux intégré dans la compréhension de la géodynamique globale. La géodynamique externe dont énergie solaire, eau et pesanteur constituent le moteur permet, grâce aux roches sédimentaires, de boucler le cycle de la matière.

Cet enseignement, dispensé pendant le tiers de l'horaire annuel, est étroitement lié à ceux du collège et de la classe de seconde qui ont introduit notamment les roches sédimentaires. Il marque le palier nécessaire avant l'étude des aspects géologiques de l'évolution en terminale D et l'enseignement post-baccalauréat.

Les études proposées se situent d'emblée à l'échelle mondiale et prennent en compte le fait que la compréhension de la dynamique du globe a associé, depuis 25 ans, les progrès en géophysique avec les observations de terrain tour à tour origines des problèmes et sources de données et non pas des comptes-rendus d'observations encore inaccessibles aux techniques actuelles.

La théorie et les modèles qui la soutiennent ne sauraient devenir omnipotents et conduire à un enseignement dogmatique, immédiatement généralisant et synthétique, de niveau et de volume excessifs pour la classe de première. La priorité sera toujours accordée aux faits et, à partir de leur ensemble, l'élève devra comprendre comment s'élaborent modèles et théories, comment un même ensemble de faits peut suggérer plusieurs modèles, comment le pouvoir explicatif de la théorie en vigueur engendre la découverte de nouveaux faits dont l'accrétion au modèle peut conduire à son abandon, à l'élaboration de nouveaux modèles et au perfectionnement de la théorie. On attirera l'attention sur le fait que les schémas les plus modernes, coupes du globe, profils thermiques,... sont des modèles et non pas des comptes-rendus d'observations encore inaccessibles aux techniques actuelles.

L'apport des techniques modernes, satellites et télédétection, explorations et forages sous-marins, sera particulièrement souligné et les outils pédagogiques qui en dérivent s'ajouteront aux moyens traditionnels dont l'intérêt et la valeur demeurent. L'informatique apportera son concours au fur et à mesure de l'édition des logiciels : banques de données sur les séismes et le volcanisme, exécution de coupes et de blocs-diagrammes, simulation des mouvements de la lithosphère, clés de détermination,...

Les études pétrographiques intégrées sont limitées au minimum indispensable à la compréhension de la dynamique du globe et ne donnent pas lieu à des monographies autonomes. Leurs résultats enrichiront la trame systématique élaborée en classe de quatrième. Les caractères des roches sédimentaires notamment seront rappelés dans la stricte limite des besoins.

L'ampleur spatiale du programme rend plus difficile l'intégration des apports de la géologie régionale dans la problématique, là où elle porte la trace de plusieurs orogènes, de plusieurs métamorphismes notamment. Les sorties sur le terrain n'en seront pas pour autant négligées ; les faits qu'elles apportent seront mobilisés dans la phase de saisie des données ; chaque fois que possible,

L'explication des structures régionales sera tentée à la lumière des apports de l'enseignement. L'opportunité des dates variera donc selon les régions.

Programme

II. La dynamique du globe terrestre

A. La mobilité de la lithosphère

- La structure du globe

- Apports de l'astronomie, de la géologie et de l'océanographie

Instructions

L'objet de cette introduction est le bilan, appuyé sur les acquis des classes antérieures, des connaissances sur le globe terrestre au moment où, dans la décennie 1960-1970, les idées mobilistes allaient être reprises à la faveur de l'évolution des techniques et des idées. La mécanique céleste, l'océanographie et la géologie avaient fait connaître les paramètres physiques du globe, la répartition des océans et des continents, leurs profils. Volcanisme et analyse des météorites motivaient les idées sur la nature des couches externes ou internes. L'exploitation des sismogrammes et l'analyse de la vitesse de propagation des ondes conduisaient à un premier modèle de structure en couches concentriques. Cette exploitation fera l'objet de travaux pratiques fondés sur les documents actuels.

La mobilité de la croûte continentale était admise : mobilité verticale avec la subsidence et les mouvements des socles expliqués par l'hypothèse de l'isostasie ; mobilité horizontale soupçonnée grâce aux mesures géophysiques de l'éloignement de certains continents.

Fondé sur les résultats acquis à cette époque, un raisonnement hypothético-déductif permet de proposer un modèle en couches concentriques de densité croissante, encore provisoire, pour la structure du globe.

Ce chapitre a atteint son objet au moment où les seules notions de croûte océanique et de croûte continentale deviennent insuffisantes pour exploiter les données acquises et où le repérage d'une anomalie dans la propagation des ondes sismiques conduit à imaginer l'existence d'une asthénosphère plus déformable. C'est le moment où apparaît la nécessité de concevoir un ensemble plus rigide, la lithosphère.

Les études à venir contribueront, à mesure que seront élucidés divers aspects de l'activité de la planète, à corroborer ce modèle, à le perfectionner, à préciser nombre et nature des couches, à évaluer leur rigidité. C'est sur lui que s'appuiera, le moment venu, la théorie de la tectonique globale.

Programme

- La formation des océans

- Wegener : premiers arguments en faveur de la dérive des continents.
- Naissance et élargissement d'un rift.
- La dorsale océanique et son fonctionnement : le volcanisme associé.
- Preuves magnétiques de l'accrétion ; la croûte océanique.

Instructions

On envisagera les premiers arguments, géographiques, structuraux, stratigraphiques, paléontologiques, rassemblés par Wegener en faveur de la dérive des continents, son refus d'admettre l'effondrement d'immenses continents plus légers que leur soubassement. Ainsi sera posé le problème de la formation des océans dans l'histoire de l'évolution des idées. On analysera les raisons du rejet, pendant 40 ans, de la dérive des continents dû à l'impossibilité d'imaginer un moteur pour une mobilité latérale suggérée par les plissements.

Les images satellitaires du rift continental africain et de la mer Rouge fourniront des informations permettant d'imaginer la formation d'un océan à partir d'un rift, en une dizaine de millions d'années. Les arguments suggérant effondrement et distension seront rassemblés. Des coupes du fond de la mer Rouge montreront les différentes étapes de sa formation depuis les effondrements initiaux jusqu'aux premiers alignements de points d'émission du magma.

L'hypothèse peut alors être émise d'une fracturation initiale due soit à une traction latérale, soit à une fragilisation de la croûte continentale suite à une ascendance thermique, soit à la conjonction des deux.

L'océan Atlantique, dont l'âge et la vitesse d'ouverture sont connus, permettra, en mobilisant l'apport des sondages, des forages et des explorations sous-marines, d'envisager la structure et le fonctionnement de la dorsale océanique, l'évolution des fonds, la structure des marges. Les roches seront étudiées au fur et à mesure de leur citation.

Une fois tracé le profil de la dorsale, avec crêtes et rift médian, l'étude de l'émission du basalte tholéitique concrétise l'idée d'accrétion, suffisamment confirmée par le magnétisme rémanent de la croûte océanique et l'accroissement de l'âge des sédiments de la dorsale à la marge. Les informations concernant l'inversion périodique du champ magnétique terrestre et sa rémanence dans le basalte refroidi, ainsi que la datation des bandes, seront simplement fournies. Les arguments gravimétriques ne seront pas envisagés en classe de première, le métamorphisme de la croûte océanique avec l'âge non plus.

Une coupe modèle de la dorsale mettra en place la montée de l'asthénosphère à la faveur du flux thermique ascendant ; la fusion partielle des péridotites, relativement proximale, sera mise en relation avec la nature tholéitique du basalte, la constitution d'une chambre magmatique siège de cristallisation puis d'émission du liquide basaltique. La continuité évolutive avec la coupe de la mer Rouge sera établie. Les failles transformantes suggéreront un fonctionnement par zones indépendantes de 100 à 150 km de longueur.

L'évolution de cette croûte, datée par les plus anciens sédiments déposés à la marge, s'explique par l'épaississement suite au refroidissement et à l'accrétion du sommet de l'asthénosphère à la lithosphère en dessous de la limite thermique de 1300 degrés et son approfondissement par l'augmentation de densité.

Ainsi se précise la notion de lithosphère océanique, avec la part de la croûte basaltique et du manteau supérieur dans sa constitution.

Mention sera faite du volcanisme insulaire dont la nature plus alcaline du basalte est expliquée par une fusion partielle des péridotites en une zone plus profonde, voisine du manteau inférieur, et de la montée en « panache » du produit à la faveur d'une

ascendance thermique. Une vue des alignements volcaniques dans l'océan Pacifique aidera à associer le mouvement de la lithosphère océanique à la quasi fixité supposée du point chaud.

Le sort des marges passives, symétriques selon ce modèle, sera alors indiqué. La découverte d'affleurements de péridotites sur des fonds océaniques au voisinage de marges passives incitera à discuter ce modèle, toujours ouvert.

Programme

- La subduction et la résorption de la croûte océanique

- Données sismiques et thermiques ; les fosses.
- Le volcanisme andésitique.

Instructions

Rien ne permettant de retenir une extension du globe, force est de rechercher un mécanisme compensant l'accrétion. Les faits seront rassemblés au sein de l'océan Pacifique.

Les séismes peuvent être groupés en deux ensembles selon leur répartition et la profondeur de leurs hypocentres. La répartition des séismes profonds selon un plan de Bénéoff, l'existence d'une cordillère ou d'un système d'arc insulaire (zone à fort flux géothermique) avec leur fosse (zone froide), la présence d'un volcanisme andésitique explosif superficiel associé à des solidifications granodioritiques profondes seront reliées entre elles.

Le modèle de la subduction sera alors construit. La plongée de la lithosphère océanique sous la lithosphère continentale, la formation d'une cordillère ou d'un arc insulaire, bordé ou non d'un prisme d'accrétion, celle des fosses, les caractères du volcanisme associé, l'origine des séismes et la limitation de leur profondeur seront alors expliqués. Le rôle de la température, des pressions subies, de la densité des matériaux sera particulièrement souligné. Les isothermes 1000° et 1200°, résultats de calculs et non pas d'observations, pourront être mis en place. Les vitesses de subduction seront mentionnées.

La notion de marge active est alors acquise.

Programme

- La théorie de la tectonique globale

- Existence et mouvement des plaques.

Instructions

La théorie de la tectonique globale intègre toutes les données précédentes en un système fonctionnel cohérent. L'existence de plaques lithosphériques rigides, indéformables en première approximation, porteuses ou non de croûte continentale, étant supposée, les principales d'entre elles et leurs mouvements relatifs sont mis en place.

La théorie est en accord avec les acquis sur la jeunesse des océans actuels; elle suggère leur caractère provisoire, le morcellement et la collision des continents, passés et à venir.

Un moteur du mouvement des plaques lithosphériques est alors recherché. La source d'énergie sera déterminée et localisée. L'hypothèse d'un système de courants de convection mantéliques, conséquence et répartiteur du flux thermique, sera émise. Le caractère solide de l'asthénosphère sera souligné, sa plasticité aux températures et pressions du manteau permettant une vitesse d'écoulement de l'ordre du centimètre annuel. Les variations de pression et de température, causes de fusions partielles accroissant la plasticité et la mobilité du matériel, seront situées sur les trajets, convenablement orientés, des courants de convection. Ainsi comprendra-t-on mieux que la lithosphère océanique, refroidie et rigidifiée, se découple de l'asthénosphère, son glissement pouvant être facilité par l'injection de magma fluide au niveau des dorsales et des points chauds.

Plasticité des couches internes du globe, densité des matériaux chauffés ou refroidis, liquéfiés ou non, apparaissent alors comme les paramètres directeurs des mouvements et explicatifs de l'isostasie et des subsidences océaniques ou continentales.

Un regard sur le passé laissera supposer que le système fonctionne ainsi depuis plus de 500 MA, en fonction de la différenciation en couches acquises par le globe. Plus avant, une longue évolution de 4 milliards d'années sépare l'origine de la Terre de cette structure différenciée; on y reviendra en conclusion.

Programme

B. La transformation et le mouvement de matière

- L'accumulation des sédiments.

Instructions

L'attention se porte, en classe de première, sur la puissance et l'ampleur de l'accumulation des sédiments, susceptibles de subir tectogenèse et métamorphisme, sédiments dont l'origine exogène sera rappelée. Aucune monographie de roche sédimentaire n'est prévue. Quelques documents pris, par exemple, dans une série de plateau continental subsident et dans une série de type flysch, montreront la puissance des formations, la monotonie de certaines séries, leur séquençage afin de poser le problème de leur dépôt à des profondeurs inférieures à leur puissance. Quelques sites possibles d'accumulation seront recherchés : marges passives subsidentes pour les formations de plateau continental, fosses et prismes d'accrétion des marges actives... Dans chaque cas, l'explication de la naissance du bassin sédimentaire, de la subsidence, de la nature des sédiments, du séquençage se fera à la lumière de la tectonique globale.

Programme

- La formation des chaînes de montagne.

- Part de la subduction et de l'accrétion dans cette formation.

Instructions

Quelques exemples de chaînes de montagnes diversement situées - un au moins comportant des ophiolites - seront choisis. La tectogenèse constatée suggérera un raccourcissement et une compression à grande échelle. On n'envisagera pas la typologie des déformations à leurs différents niveaux. La recherche causale s'effectuera en fonction du mouvement des plaques décrit par la tectonique globale : subduction pour la cordillère andine, collision intercontinentale après résorption d'un océan par subduction (Alpes, Himalaya), coulissage (faille transformante de la mer Morte). L'étude de la structure et de l'histoire d'une chaîne de montagne actuelle n'est pas au programme.

Les ophiolites seront identifiées à des restes altérés de tout ou partie d'une croûte océanique dont on s'attendrait à ce qu'elle ait disparu par subduction. Le fait, qualifié d'obduction, qu'une partie au moins de la croûte océanique puisse chevaucher un continent lors de la résorption d'un océan sera constaté. Les ophiolites apparaîtront donc comme la preuve de l'existence puis de la disparition d'un océan lors de la formation d'une chaîne de montagnes. Les différentes hypothèses explicatives de l'obduction ne seront pas exposées.

L'explication de la genèse du relief (orogénèse), de la compensation de l'épaississement crustal qui y contribue, mettra en valeur une nouvelle fois le rôle de la densité et de la rigidité des matériaux. L'intervention simultanée de l'érosion et de l'isostasie expliquera la persistance de l'orogénèse après la tectogenèse et l'apparition en surface des chaînes, selon leur ancienneté, de leur cœur constitué de roches métamorphiques et plutoniques dont on rappellera ainsi la formation en profondeur.

Programme

- le métamorphisme.

- Le rôle de la pression et de la température.

Instructions

Des faits concernant le métamorphisme régional seront d'abord rassemblés. Un nombre de roches limité au strict nécessaire pour dégager leurs caractères communs — schistosité, foliation, associations minérales sensiblement différentes de celles des roches sédimentaires — et pour amener l'idée de série par leur composition et leurs relations, sera étudié ; ces roches seront issues d'une série à dominante argileuse.

L'hypothèse de l'intervention de facteurs physiques pendant la formation des chaînes étant émise, l'analyse des travaux expérimentaux prouvera que les transformations au sein d'une série métamorphique ont pu s'effectuer, le temps aidant, à l'état solide en fonction de la pression et de la température, sans modification sensible de la composition chimique globale.

Les facteurs du métamorphisme sont alors dégagés : accroissement de température lié à l'enfouissement et au gradient géothermique local ainsi qu'aux frictions des masses en mouvement ; accroissement de pression lié à l'enfouissement et aux contraintes tectoniques.

Sans entrer dans les faciès du métamorphisme, le diagramme température/pression permettra de distinguer trois types de métamorphisme : haute pression, basse température ; basse pression, haute température ; température et pression intermédiaires. Ces types seront identifiés par le minimum possible de minéraux. On en déduira que l'identification dans une roche d'une association minérale de métamorphisme permet de connaître les paramètres physiques au moment de sa genèse.

Revenant aux données de la tectonique globale, seront recherchées les situations où peut se développer un type de métamorphisme donné en fonction des mouvements, des enfouissements et des variations du flux géothermique.

Une brève généralisation montrera que toutes les roches peuvent être soumises au métamorphisme selon les mêmes lois, sans détailler la variété des produits ; la possibilité pour une roche de subir une succession de métamorphismes, le dernier pouvant être rétrograde, sera seulement signalée pour son intérêt dans la reconstitution historique. Le métamorphisme de contact sera rencontré ultérieurement.

Programme

- Le magmatisme

- Fusion généralisée, totale ou partielle ; anatexie.
- Mise en place des roches plutoniques.
- Fusion localisée et volcanisme ponctuel.

Instructions

En classe de 1^{er} S, la complexité de la question oblige à effectuer des choix.

Une observation comparée, de la roche au gisement, d'une roche métamorphique, d'une migmatite et d'un granite appartenant à une même série suggérera l'apparition, au-delà de la zone de métamorphisme, d'une phase liquide de composition différente du matériel solide initial. L'analyse des travaux expérimentaux montrera alors que les roches précédemment étudiées, portées à 2 Kb de pression et à 700° environ en présence d'eau, subissent une fusion partielle et émettent un liquide quartzo-feldspathique de composition relativement indépendante de celle du matériau de départ. Ces conditions rapportées à la profondeur et au gradient géothermique d'une zone de tectogenèse se rencontrent à partir de 6 Km de profondeur environ.

On en déduira que le phénomène de fusion ou anatexie atteint aisément les roches métamorphiques engagées dans les transformations de la croûte continentale jusqu'à produire des masses considérables de granite d'anatexie, constituants essentiels de la croûte continentale, aboutissement des processus engagés par le métamorphisme. Les causes de la diversité des roches de type granitique ne seront pas abordées.

L'observation des plutons granitiques laisse penser que, dans certains cas, le magma a traversé en force l'encaissant. La preuve en est fournie par les diverses enclaves arrachées et par le métamorphisme de contact qu'on situera sans en détailler les effets. On montrera que la densité relativement faible du liquide granitique et les pressions subies concourent à l'ascension. L'exploitation du graphique de solidification du granite établi expérimentalement montrera que le pluton ascendant est voué à la solidification avant d'atteindre la surface, expliquant ainsi sa mise à nu par l'érosion constatée lors de l'étude de la formation des chaînes de montagne. Les

aspects pétrographiques filoniens et de sommet de pluton ne seront pas abordés.

Le volcanisme a déjà été rencontré et partiellement expliqué au niveau de la croûte océanique et des zones de subduction. Des émissions basaltiques sont également connues sur les continents. La différence de composition entre basalte tholéitique et basalte alcalin sera reliée à des différences dans l'anatexie mantélique en fonction de la profondeur de fusion. Les causes de la montée du magma seront précisées. L'étude expérimentale de la solidification apprendra que ces magmas peuvent atteindre la surface à l'état liquide.

À ce volcanisme basaltique abondant s'oppose un volcanisme plus ponctuel, au dynamisme varié, aux produits diversifiés. On se limitera au sort d'un basalte alcalin stagnant dans une chambre magmatique de volume limité. Les causes possibles du changement de composition du liquide émis au cours des éruptions successives, mélange de magmas, contamination, différenciation, seront indiquées. L'étude de la différenciation sera limitée aux conséquences pour le liquide résiduel de la cristallisation précoce des minéraux sombres ; la mémorisation d'une série magmatique n'est pas demandée. La diversité morphologique des appareils et de leurs dynamismes sera liée à la composition et à la température de la lave ainsi qu'à sa teneur en gaz, sans revue exhaustive des formes et des roches. La modification du dynamisme par pénétration phréatique sera citée.

Programme

- Formation et accumulation de ressources géologiques.

Instructions

Les ressources géologiques exogènes étudiées en classe de seconde ne sont pas reprises. L'attention se porte sur les accumulations liées aux circulations d'eau et aux flux géothermiques associés à la dynamique interne.

Un document sur les fumeurs noirs permet de s'interroger sur la circulation d'eau au niveau des dorsales et sur la mobilisation des éléments. Si le document est propice, l'existence d'une chaîne alimentaire chimiotrophe sera indiquée. La circulation de l'eau de mer dans l'épaisseur de la dorsale, la dissolution des ions métalliques, la migration et la précipitation d'oxydes et de sulfures en quantités atteignant l'exploitabilité seront mises en place sur un schéma dynamique. Les ophiolites sont donc des gisements possibles. La présence des chromites sera reliée à l'anatexie mantélique.

L'hydrothermalisme associé au plutonisme sera traité brièvement ainsi que l'imprégnation de la roche et la précipitation au sommet des plutons ou dans des filons d'éléments minéraux dissous par l'eau des magmas en ascension, éventuellement rejointe par l'eau infiltrée.

Programme

- Le cycle de la matière dans le globe.

Instructions

Mobilisant les données acquises au lycée, complétées si besoin d'éléments concernant l'érosion et la sédimentation, cette conclusion veut donner de la géodynamique externe une vision aussi globale que celle acquise grâce à la géodynamique interne. Les actions physiques, chimiques, biologiques, intervenant séparément ou en association, qui conduisent aux roches sédimentaires seront indiquées sans étude détaillée.

Les divers circuits de la matière seront mis en place sur un schéma synthétique indiquant simultanément le phénomène géologique concerné. Le jeu des phénomènes depuis la formation du noyau et du manteau de la terre a eu pour conséquence la différenciation du globe avec d'abord la séparation d'une atmosphère, d'une croûte et de l'océan puis la lente atteinte de l'état actuel avec la formation des continents progressivement accrus par le cycle érosion-sédimentation-métamorphisme.

Une conclusion générale associera l'idée de la jeunesse des océans à celle de la pérennité des continents. La position marginale des principales ceintures orogéniques montrera que, pendant au moins une partie de l'histoire de la Terre, la formation des chaînes de montagnes, avec leurs épisodes métamorphiques et magmatiques, a été un facteur d'accroissement des continents qui conservent ainsi en mémoire les étapes de leur histoire.

CLASSE TERMINALE Section A (option complémentaire)

(1h + 1h)

I. Unité et intégrité de l'organisme

- Le milieu intérieur : composition, rôle, homéostasie.
- Deux exemples de corrélations : la régulation de la glycémie ; la régulation de la sécrétion des hormones sexuelles.

II. Expérimentation et découvertes en physiologie

- De la notion de sécrétion interne à la théorie neuro-humorale.
- Les réflexes conditionnels : des travaux de Pavlov aux connaissances actuelles.

III. L'activité cérébrale

- La fonction sensorielle.
- La motricité somatique.
- Aspects biochimiques de l'activité cérébrale.

IV. Quelques exemples de théories scientifiques

- La théorie cellulaire, naissance et évolution.
- Des faits à la théorie synthétique de l'évolution.

CLASSE TERMINALE Section B (option complémentaire)

(1h + 1h)

I.- Unité et intégrité de l'organisme

- Le milieu intérieur : composition, rôle, homéostasie.
- Deux exemples de corrélations : la régulation de la glycémie ; la régulation de la sécrétion des hormones sexuelles.

II.- Expérimentation et découvertes en physiologie

- De la notion de sécrétion interne à la théorie neuro-humorale.
- Les réflexes conditionnels : des travaux de Pavlov aux connaissances actuelles.

III.- L'activité cérébrale

- La fonction sensorielle.
- La motricité somatique.
- Aspects biochimiques de l'activité cérébrale.

IV.- Un exemple de théorie scientifique

- Des faits à la théorie synthétique de l'évolution.

V.- Les technologies biologiques : leur apport à l'économie

COMPLÉMENTS

Une culture biologique, délibérément ouverte sur les disciplines dominantes dans ces séries (philosophie, économie en terminale B), est apportée par ces options complémentaires. Elle prolonge la formation de base organisée dans les classes de seconde et de première, et concernant les rapports entre les aspects fondamentaux des sciences biologiques et géologiques d'une part, et les comportements et activités humaines en matières de production, de santé et de gestion des milieux d'autre part.

Le concept de régulation physiologique, en rapport avec l'unité et l'intégrité de l'organisme, les bases anatomiques et fonctionnelles de neurobiologie, la théorie synthétique de l'évolution et, pour les terminales B, les rapports entre biologie et agriculture ou biologie et industrie, constituent des éléments essentiels de cette culture.

L'originalité de cette formation réside dans le lien à souligner entre les progrès de la connaissance et ceux des méthodes d'observation et d'exploration du fonctionnement du vivant. Il s'agit de montrer, face à la complexité du réel, comment la connaissance des mécanismes de la vie procède par degrés, grâce à une démarche hypothético-déductive fondée sur l'imagination créative, l'élaboration de théories explicatives, leur épreuve, leur évolution incessante. Dans les exemples étudiés, on insistera donc sur **l'attitude expérimentale** : observation des faits, élaboration d'hypothèses, déduction de leurs conséquences vérifiables, mise en oeuvre de protocoles expérimentaux, interprétation de résultats relatifs aux phénomènes provoqués. On montrera que l'intégration de faits d'observation et d'expériences en une théorie cohérente mais évolutive, éprouvée par d'autres travaux expérimentaux et conduisant elle-même à **d'autres modèles explicatifs** du fonctionnement du vivant, caractérise cette approche des phénomènes biologiques. Cette culture incitera à des recherches épistémologiques contribuant à la formation générale des élèves sur des exemples concrets. Ainsi, on aura l'occasion d'analyser les raisonnements successifs et les démarches historiques, non linéaires et en partie liées à leur contexte scientifique et philosophique. **Le dialogue avec les autres disciplines** en sera facilité.

En outre, notamment en terminale B, il s'agit aussi de souligner la nécessité actuelle d'organiser le rapprochement des compétences relatives à diverses spécialités, en vue du développement de la recherche fondamentale et des applications biotechnologiques.

Donc, cet enseignement de culture, qui s'appuie sur des exemples précis, correspond à une réflexion sur les conditions de l'élaboration du savoir scientifique et sur les problèmes posés par son application au service de l'Homme.

I. UNITÉ ET INTÉGRITÉ DE L'ORGANISME

1- Le milieu intérieur

Le maintien de la composition du milieu intérieur assure aux cellules des conditions de vie optimales et leur confère une certaine indépendance par rapport aux fluctuations du milieu extérieur.

On définira le milieu intérieur et on mettra en évidence, de façon pratique, les principaux constituants de ce milieu. Les rôles multiples du milieu intérieur seront dégagés, en réinvestissant une partie des acquis du collège. On signalera son importance dans les échanges entre cellules et milieu extérieur, dans le transport de substances informatrices de nature variée, assurant le lien entre les différentes parties de l'organisme, et permettant de déclencher des réactions nécessaires au maintien de l'équilibre et de l'unité de celui-ci, ainsi que l'existence parmi ses constituants des agents principaux de la défense de l'organisme.

L'étude, comme exemple, du maintien de l'équilibre hydro-minéral permettra de définir la notion d'homéostasie. On étudiera concrètement les influences des variations du volume sanguin et de la pression osmotique du plasma sur les échanges d'eau et de molécules ou ions entre les cellules et le milieu intérieur. L'origine de la pression osmotique, les relations entre celle-ci et la diurèse, les mécanismes régulateurs, essentiellement hormonaux, seront ainsi abordés. On signalera le rôle de l'hypothalamus, siège des osmorécepteurs, et celui du rein, organe effecteur assurant la régulation de la pression osmotique, son fonctionnement sous la dépendance des messagers hormonaux, en se limitant à l'eau et au chlorure de sodium, et sans aborder les mécanismes de la réabsorption tubulaire. L'existence d'un équilibre dynamique, assuré grâce à des possibilités de régulation, pourra ainsi être illustrée par ce premier exemple.

2- Deux exemples de corrélations

Les deux exemples au programme feront prendre conscience de l'existence d'un mode de communication essentiel entre cellules et organes, la relation humorale contribuant au maintien de l'équilibre de l'unité de l'organisme.

a) La régulation de la glycémie

L'existence et le maintien de la constance glycémique seront envisagés par l'analyse de données cliniques et expérimentales. L'importance de la constance de la glycémie et les conséquences de ses variations seront soulignées. Les organes, producteurs d'hormones assurant les variations de la glycémie, seront présentés, et les caractères et modes d'action des hormones établis. Les notions de régulation et de rétroaction seront dégagées.

b) La régulation de la sécrétion des hormones sexuelles

On réinvestira les acquis de la classe de première sur la reproduction humaine. Les cycles sexuels étant connus, la constatation de leur simultanéité pose le problème de leur déterminisme. Les relations et le rôle des divers organes seront analysés, et on montrera l'importance du complexe hypothalamo-hypophysaire.

L'étude des trois exemples permettra ainsi d'illustrer l'importance de l'intégration des mécanismes de communication, nerveux et hormonal, dans le maintien de l'unité de l'organisme. Elle permettra par ailleurs un entraînement à l'élaboration de schémas de synthèse fonctionnels de plus en plus complexes.

II. EXPÉRIMENTATION ET DÉCOUVERTES EN PHYSIOLOGIE

L'approche historique concerne deux domaines empruntés à la physiologie générale de l'organisme.

De la notion de sécrétion interne à la théorie neuro-humorale

À partir de l'analyse de faits d'observation et d'expérience historiques, on étudiera les conditions de la découverte de la notion de sécrétion interne et de l'identification de la première sécrétion de nature hormonale.

L'étude de quelques étapes de *la découverte des médiateurs chimiques* de l'action du système nerveux, et l'intégration des résultats dans la théorie de la transmission humorale (travaux de LOEWI par exemple et bases expérimentales du début du XX^e siècle) fourniront l'occasion de montrer la progression des recherches dans le temps, de l'hypothèse explicative initiale aux recherches contradictoires qu'elle suscite, aux nouvelles hypothèses et aux généralisations.

Intégrant les connaissances relatives à la communication entre organes mise en évidence en classe de seconde et celles des messages nerveux et hormonaux étudiées en classe de première A, ou présentées sommairement ici en classe de terminale B, on étudiera *la transmission des signaux* au niveau synaptique. La réception de l'information sur le site cellulaire sera abordée, sans détails excessifs.

L'approfondissement relatif de cette étude n'a de sens que par rapport à l'explication simple des mécanismes d'action des drogues, compétitives des messagers, sur les sites cellulaires bloqués ou activés.

Ce chapitre doit permettre, dans le cadre d'un travail avec un effectif réduit, de solliciter la réflexion individuelle des élèves sur des documents : résultats expérimentaux historiques, résultats issus de l'expérimentation assistée par ordinateur, banques de données, et d'initier concrètement aux techniques modernes d'exploration électrophysiologique et biochimique.

Les réflexes conditionnels : des travaux de PAVLOV aux connaissances actuelles

Les réactions comportementales étudiées en seconde, puis approfondies en première, ont fait prendre conscience de la variété des stimulus en provenance du milieu extérieur, et de l'importance des perceptions pour l'intégration d'un organisme dans son milieu.

Il s'agit alors de souligner le lien existant entre le développement des capacités du cerveau qui dépendent des structures fonctionnelles d'une part, et les stimulations de l'environnement d'autre part. Sans omettre l'évocation des contraintes génétiques de l'adaptabilité des comportements, l'étude mettra en évidence les deux types de conditionnement, pavlovien et opérant, et la complémentarité actuelle de leur connaissance.

C'est sous l'angle historique des apports de la recherche à la connaissance de l'organisation fonctionnelle des centres nerveux supérieurs que l'on effectuera cette étude. On opposera les circuits nerveux préétablis, bases structurales des comportements innés, aux nouvelles liaisons fonctionnelles caractérisant les comportements acquis.

III. L'activité cérébrale

La présente étude est le prolongement des chapitres traitant de la communication entre les êtres vivants et le milieu extérieur et de la communication interne, abordés dans les classes de seconde et de première. En terminale B, il sera nécessaire de préciser simplement les caractères du message nerveux et sa nature, sa conduction et sa transmission entre neurones, sans entrer dans l'explication ionique du potentiel d'action.

Cette étude est destinée à illustrer et à expliquer certains aspects de l'activité encéphalique ; elle sera l'occasion de mettre en relation l'information sensorielle afférente et la commande motrice, de donner à la communication verticale un support anatomique et de situer les voies ascendantes et descendantes ainsi que leurs relais synaptiques.

1 - La fonction sensorielle

On rappellera l'existence de systèmes sensoriels, périphériques et centraux, recevant des stimulus externes et internes, la conduction des messages élaborés via les voies afférentes et le traitement de l'information recueillie dans les centres nerveux. On ne se limitera pas au cortex, et l'importance du tronc cérébral sera soulignée. Des données sur les localisations cérébrales, l'existence de connexions avec le système limbique et l'hypothalamus seront apportées.

2 - La motricité somatique

On partira de l'analyse du comportement gestuel, exemple simple permettant d'aborder l'élaboration de la réponse motrice et d'envisager l'intervention hiérarchisée des différents centres nerveux, médullaires, sous-corticaux et corticaux. Ces centres reçoivent un flux ininterrompu d'informations afférentes.

On envisagera l'origine des messages nerveux sensoriels au niveau des fuseaux neuromusculaires et des organes neurotendineux de GOLGI, les voies afférentes et efférentes, les centres nerveux et les effecteurs mis en jeu. Ce réflexe simple présente des mécanismes de réglage et de contrôle. On abordera ainsi, outre le fonctionnement de la boucle \curvearrowright celui de la boucle

l'existence de dispositifs inhibiteurs, l'intégration des messages excitateurs ou inhibiteurs au niveau des motoneurones. La notion d'innovation réciproque des muscles antagonistes sera précisée.

Le sujet sera illustré par les apports des techniques d'investigation médicale. Des précisions sur l'organisation de l'encéphale et du tronc cérébral et l'histologie fonctionnelle du cortex enrichiront la connaissance du système nerveux central.

3 - Aspects biochimiques de l'activité cérébrale

Partant des acquis sur la transmission synaptique, on montrera à partir de quelques exemples la généralité de l'intervention de molécules de faible poids moléculaire dans le fonctionnement cérébral, faisant notamment intervenir des neurotransmetteurs et des morphines endogènes.

IV. Exemple(s) de théorie(s) scientifique(s)

Cette partie du programme est plus brève en terminale B, de manière à dégager du temps pour aborder les relations entre science et économie appréhendées dès la classe de première B. Seule la théorie synthétique de l'évolution est étudiée à la fois dans les deux terminales A et B.

La théorie cellulaire, naissance et évolution

On évoquera la découverte de HOOKE, les observations de LOEWENHOEK à la fin du XVII^e siècle, puis l'essor des théories sur la structure élémentaire des êtres vivants au cours du siècle suivant, et enfin la naissance de la théorie cellulaire.

L'histoire des idées sera reliée à l'évolution des techniques d'observation : microscopie, cytochimie, microscopie électronique... Il conviendra aussi, dans ces classes ouvertes sur la réflexion philosophique, de souligner le poids des théories (préformation, épigénèse par exemple) sur la nature des interprétations des observations cellulaires.

Il importe de souligner le fait que la théorie cellulaire résulte de la convergence de spéculations et d'observations très différentes (des philosophes de la Nature, des anatomistes, botanistes...) orientées par l'idée de ramener tous les êtres vivants à une unité commune. On soulignera aussi les fondements biologiques (division cellulaire, fécondation) de cette théorie formulée durant la deuxième moitié du XIX^e siècle. En s'appuyant sur les acquisitions des élèves en classe de première, relatives aux structures et ultrastructures fonctionnelles, on présentera de façon synthétique les connaissances modernes relatives à la machinerie énergétique cellulaire et à la transmission de l'information génétique, sans en détailler les mécanismes. On montrera comment les connaissances sur les procaryotes et les virus ont été intégrées à la théorie. La notion de compartimentation cellulaire sera seulement évoquée.

Des faits à la théorie synthétique de l'évolution

Il s'agit moins d'étudier les théories successives dans leur contexte philosophique et scientifique, depuis la naissance du concept de l'évolution au XVIII^e siècle, que de montrer au-delà du darwinisme les convergences des faits à l'origine de la théorie synthétique actuelle. On retiendra en priorité les faits relevant de la biologie moléculaire et de la paléontologie.

En partant de la théorie chromosomique de l'hérédité, on présentera quelques exemples permettant de dégager les apports des données de la biochimie comparée, liées au développement récent des méthodes d'étude des protéines. Parentés moléculaires entre espèces, plasticité du génome, mutations et réarrangements de l'ADN, variabilité des individus et complexification des fonctions peuvent représenter les aspects à retenir de ces bases moléculaires de l'évolution.

Les études paléontologiques situeront dans le temps la diversification morpho-anatomique (plans d'organisation) et physiologique. Celle-ci sera mise en relation avec les variations et la diversification des milieux de vie. L'importance de la variabilité génétique des populations, de l'isolement sexuel et la spéciation géographique seront abordées de façon simple. Un lien sera établi entre évolution biochimique et évolution des organismes à partir de l'étape essentielle que constitue l'apparition des cellules eucaryotes.

En conclusion, on montrera comment la théorie synthétique actuelle intègre les explications des théories anciennes et les aspects modernes, en retenant comme facteur principal d'évolution la sélection naturelle des populations dont les génotypes répondent le mieux aux exigences de leur milieu de vie.

V. Les technologies biologiques : leur apport à l'économie

Spécifique de la terminale B, cette partie du programme se situe dans le prolongement des enseignements de seconde, relatifs aux bases scientifiques de la production et de la productivité des milieux naturels et aménagés, puis de ceux de la classe de première B concernant l'étude d'applications médicales et bioagronomiques des biotechnologies.

La relation SCIENCE-ÉCONOMIE, fondée sur des études empruntées à la région et illustrant les applications de la BIOLOGIE et de la GÉOLOGIE (génie civil, protection des milieux naturels), ainsi que la responsabilité scientifique de l'Homme, seront soulignées ici de façon plus approfondie.

Il s'agit de rassembler les connaissances acquises sur les apports des technologies biologiques et des biotechnologies, de les compléter par une argumentation sur les rapports BIOLOGIE-AGRICULTURE et BIOLOGIE-INDUSTRIE et d'établir leurs liens avec les informations présentées en HISTOIRE-GÉOGRAPHIE en ÉCONOMIE et en PHILOSOPHIE dans le cadre d'un projet faisant converger des actions disciplinaires.

Dans cet esprit, on présentera des recherches et des applications technologiques relatives à l'amélioration de la productivité biologique des écosystèmes terrestres et aquatiques, au niveau du patrimoine héréditaire des espèces (ingénierie génétique et transfert de gènes), et au niveau de l'aménagement des conditions de cette productivité (cultures intensives, fermes agricoles, sericulture, cultures in vitro, «domestication» de micro-organismes et transformation des produits...).

L'importance de l'enjeu économique et la nécessité d'une collaboration étroite entre spécialités, en vue d'une complémentarité des méthodes de pensée, des techniques et des technologies, seront appréhendées de façon concrète. Ainsi, ancré sur les réalités économiques régionales et nationales, au contact des organismes de recherche et des entreprises, cet enseignement peut donner lieu à des innovations pédagogiques de la part des équipes de professeurs, à la mise en oeuvre de démarches originales et motivantes dans la formation des élèves.

CLASSE TERMINALE Section C

(1h + 1h)

I.- Transmission de l'information génétique

- La reproduction conforme : mitose, chromosomes, ADN.
- Notion de gène, code génétique, synthèse des protéines.
- Le brassage génétique : méiose, gamètes, fécondation.

II. Hérité et génétique humaine

- Hérité humaine ; maladies héréditaires, chromosomiques et géniques.

III. Cycle de la matière et flux d'énergie

- L'ATP : production, utilisation.
- Autotrophie et hétérotrophie.

IV. La transmission de l'information dans l'organisme

- Le message nerveux : élaboration, conduction, transmission.
- Le message hormonal : élaboration, transport, action.
- Intégration des messages nerveux et hormonal.
 - La réaction de l'organisme au froid.
 - Réactions émotionnelles : le stress.

V. L'unité physiologique de l'organisme

- La régulation de la pression artérielle.
- La régulation du cycle ovarien chez les Mammifères.

Orientations

L'enseignement de la biologie en terminale C prolonge, tant pour les méthodes que pour les contenus, celui donné en seconde et en première S. Il possède avec celui-ci une double cohérence :

Cohérence quant aux méthodes : le développement d'une attitude scientifique constitue un objectif majeur de l'enseignement de la biologie et de la géologie dans les classes précédentes. L'apport spécifique de cette classe tient à ce que les élèves appliquent leurs capacités acquises à des niveaux d'étude d'une plus grande complexité. L'acquisition d'une meilleure maîtrise des méthodes ira de pair avec un approfondissement raisonnable de la connaissance du vivant.

Cohérence quant aux contenus : en seconde, puis en première S, l'explication des phénomènes vitaux s'est située pour l'essentiel aux niveaux de l'organisme, de l'organe et de la cellule. En terminale C, cette explication atteindra les niveaux ultrastructural et biomoléculaire, devenus accessibles grâce aux acquis renforcés en physique et chimie. En même temps, des vues synthétiques sur le fonctionnement des systèmes vivants seront développées.

L'enseignement proposé conduit les élèves au niveau de compréhension du vivant le plus poussé possible compte tenu de leurs acquis dans d'autres disciplines et de l'horaire disponible.

Ainsi, cet enseignement correspond à plusieurs finalités.

Il vise à apporter des éléments de culture générale, grâce auxquels des élèves, pour beaucoup futurs cadres dirigeants du pays, seront en mesure de comprendre le fonctionnement des systèmes vivants, celui des organismes et notamment de l'organisme humain, et de réagir sainement, avec un nécessaire esprit critique, à l'information biologique.

Il prépare les élèves dont les études ultérieures ne comporteraient plus de biologie à mieux prendre en compte la dimension biologique des problèmes rencontrés dans leurs futures activités professionnelles.

Il contribue à une formation scientifique équilibrée : l'étude d'un champ disciplinaire où le concret constitue une référence obligée contrebalance la tendance à l'abstraction engendrée par l'enseignement dominant des mathématiques. Il offre à la curiosité et à l'investigation des élèves un domaine, autre que celui de la matière inanimée, où s'exercent des phénomènes physiques et chimiques.

Il constitue une préparation, certes de moindre ampleur qu'en terminale D, mais cependant dense et suffisante, pour les élèves de cette section qui se destineront à des études supérieures biologiques.

Pour satisfaire à ces exigences diverses, l'enseignement de la biologie en terminale C doit tenir compte des traits qui caractérisent les élèves orientés dans cette section : capacité à se mouvoir dans l'abstraction et à manipuler des langages codés, réussite dans des activités privilégiant un raisonnement déductif. En même temps, il doit s'adapter à un cadre horaire plus restreint qu'en terminale D, avec un rapport TP/Cours plus faible, tout en offrant une vue d'ensemble suffisante des mécanismes biologiques.

En fonction de ces données, l'enseignement de la biologie s'appuiera sur des méthodes permettant à la fois de valoriser et d'utiliser les capacités acquises. Il les équilibrera en développant celles qui lui sont spécifiques, notamment par un va-et-vient constant entre concret et abstrait, entre réalités et concepts, par l'accent mis sur le raisonnement hypothético-déductif et la place faite à l'observation et à l'expérimentation.

Les élèves seront conduits plus directement qu'en terminale D à l'étude des mécanismes fondamentaux, aux généralisations, aux modèles explicatifs, aux théories. Sans que celles-ci soient négligées, les implications individuelles ou sociales de la connaissance biologique occuperont ici une place moindre.

En revanche, on veillera, notamment au cours des travaux pratiques, distribués à raison de deux heures par quinzaine, à organiser un contact suivi avec le concret, à solliciter l'habileté manuelle, le maniement des instruments d'observation, l'expression graphique des élèves, en même temps que leur esprit d'analyse, leur activité créative et leur capacité de synthèse.

Difficiles ou impossibles à mettre en oeuvre en classe, les techniques modernes de recherche dont les résultats servent pour l'enseignement seront présentées simplement, sans développement technologique excessif.

Les techniques modernes d'éducation, notamment celles permises par l'informatique, seront exploitées en classe à mesure de

leur disponibilité.

L'enseignant est responsable de l'organisation de son enseignement, donc de l'ordre dans lequel il aborde les différentes parties du programme. Il mettra en oeuvre une pédagogie diversifiée, fondée sur l'activité des élèves, associant ceux-ci aux démarches explicatives parcourues, sans exclure de nécessaires informations et mises au point magistrales.

L'enseignement de la biologie en terminale C ne saurait être un simple condensé de celui donné en terminale D. Son originalité tient à la fois aux élèves auxquels il s'adresse, aux objectifs qu'il s'assigne, aux méthodes qu'il utilise pour l'accès à une formation raisonnablement ambitieuse.

Contenus

I. Transmission de l'information génétique

L'étude de cette partie conduira à des connaissances simples sur la localisation et la nature du matériel génétique, sur les mécanismes assurant sa stabilité, lors de la reproduction conforme, et ses remaniements, ainsi que sur les modalités de l'expression de l'information génétique.

Les démarches permettant de dégager ces connaissances et d'élucider les mécanismes explicatifs accéderont rapidement aux expérimentations modernes et au niveau moléculaire.

Cellule eucaryote et organismes pluricellulaires diploïdes constitueront les supports utilisés, sans que soit exclu l'indispensable recours à quelques expériences sur des procaryotes.

La reproduction conforme : mitose, chromosomes, ADN

La conformité constatée aux niveaux cellulaire et moléculaire sera rapportée, au-delà de l'identité morphologique et fonctionnelle à celle des protéines de structures et des protéines enzymatiques.

La mitose sera étudiée afin d'explicitier les supports et les mécanismes qui assurent cette identité dans une lignée cellulaire. Ses étapes, les figures chromosomiques correspondantes, seront définies et on soulignera la stabilité en nombre et en forme des chromosomes.

On n'étudiera pas en terminale C la structure moléculaire fine du chromosome. L'attention se portera d'emblée sur l'ADN. Son organisation structurale étant précisée, sa réplication sera décrite dans son principe et mise en relation d'une part avec l'évolution quantitative de l'ADN et avec celle des chromosomes, d'autre part avec la stabilité dans le temps de l'information génétique.

Notion de gène, code génétique, synthèse des protéines

Le lien entre stabilité du matériel génétique et permanence des mêmes protéines enzymatiques et de structure à travers les générations cellulaires sera explicité ; constatation d'un changement d'acide aminé produit à la suite d'une modification localisée de l'ADN, présentation des intermédiaires et des étapes entre ADN et protéines, avec transcription de l'ADN en ARN messenger, traduction de celui-ci, intervention dans l'assemblage des acides aminés d'ARN de transfert se fixant sur l'ARN ribosomique. Le principe du code génétique, universel et dégénéré, étant donné le tableau des codons en termes d'ARN messenger, fourni et utilisé dans des exercices, n'a pas à être mémorisé.

L'étude fondera la notion de gène, unité de fonction. En terminale C, on indiquera seulement que le segment d'ADN codant pour une protéine donnée n'est qu'un élément d'un ensemble fonctionnel assurant le début et l'arrêt opportun de son fonctionnement. La structure de cet ensemble et les mécanismes de régulation ne sont pas au programme.

Le brassage génétique : méiose, gamètes, fécondation

L'étude portera sur le brassage interchromosomique. Elle prendra appui sur le constat des différences entre parents et descendants dans la reproduction biparentale, différences qu'elle visera à expliquer.

Seront dégagées notamment en temps voulu les notions d'haploïde et diploïde, allèle, homozygote et hétérozygote, dominant et récessif.

La méiose, située au cours de la gamétogenèse, objet d'exercices pratiques à propos des Mammifères, sera envisagée simplement sous ses aspects cytologiques et génétiques, à la fois comme mécanisme engendrant des gamètes haploïdes, et comme source de groupements originaux de chromosomes parentaux, répartis aléatoirement à l'anaphase de la division réductionnelle.

On indiquera seulement brièvement l'existence du brassage intrachromosomique et des mutations, qui amplifient encore la diversification du patrimoine génétique, donc de la descendance. Celui-ci ne sera pas l'objet de questions à l'examen.

Étudiée de même uniquement sous ses aspects cytologiques et génétiques, la fécondation apparaîtra à la fois comme phénomène assurant le retour à l'état diploïde et engendrant une multitude de groupements chromosomiques possibles.

Cette étude permettra de souligner les caractères de la reproduction biparentale, cantonnée au sein de l'espèce, par rapport à la reproduction conforme, et l'accroissement considérable de diversité des descendants lié au nombre des chromosomes, des gènes et des allèles, donc au volume du patrimoine héréditaire de l'espèce.

II. Hérité et génétique humaine

Cette partie prolonge la précédente, dont elle constitue une application. Elle s'appuie sur l'étude d'un nombre limité d'exemples d'hérité humaine, de leurs aspects phénotypiques à la nature et au fonctionnement du génome impliqué.

Les exemples choisis, de trois à cinq, ne concerneront pas seulement des cas pathologiques. Leur étude permettra d'établir ou de retrouver des traits fondamentaux de l'hérité : existence d'allèles, fréquence de la polyallélie, présence des gènes sur les autosomes ou les chromosomes sexuels... En ce qui concerne les maladies héréditaires, on distinguera celles dont l'explication se situe au niveau du gène (modification d'un allèle, ou des deux, sur autosomes ou chromosomes sexuels) et celles qui résultent de changements dans le nombre des chromosomes ou dans l'organisation structurale de certains

d'entre eux.

On évoquera brièvement les implications médicales de la connaissance génétique de ces maladies héréditaires ou congénitales.

III. Cycle de la matière et flux d'énergie

L'existence d'un cycle de la matière et d'un flux d'énergie a constitué le fil conducteur de la première partie du programme de première S. La production et la transformation de matière ont été envisagées au niveau de l'organisme et de la cellule, après l'avoir été en seconde à celui de l'écosystème.

En terminale C, leur étude, articulée sur les acquis antérieurs et sur les problèmes qu'ils ont laissé en suspens, se situera d'emblée au niveau moléculaire, en liaison constante avec les supports ultrastructuraux. Plutôt que d'étudier successivement des fonctions métaboliques – respiration, fermentation, photosynthèse –, on suivra le devenir de l'ATP, sans perdre de vue le fonctionnement général de la cellule.

En cours d'étude, on précisera la nature de la molécule d'ATP et ses propriétés énergétiques (système ADP–ATP), on mettra en évidence, en s'appuyant sur les données expérimentales appropriées, l'universalité de la présence et de l'intervention de cette molécule, conditions absolues de la vie de la cellule, système ouvert.

L'ATP : production, utilisation

*La production de l'ATP

On fera apparaître les origines possibles de l'énergie de cette molécule : énergie chimique d'origine organique préexistant dans les métabolites dégradés au cours de la respiration et des fermentations ; énergie d'origine inorganique résultant de la conversion de celle des photons lors de la photosynthèse, ou de l'oxydation de composés minéraux du milieu lors de chimiosynthèses.

Pour chacun des cas, on établira des schémas fonctionnels simples récapitulant les mécanismes essentiels et leur siège ultrastructural.

Sources organiques de l'ATP

* *La glycolyse* réalisée chez tous les êtres vivants, commune aux fermentations et à la respiration hyaloplasmique, aboutit à la formation d'acide pyruvique et de deux molécules d'ATP.

* *Le cycle de KREBS* et la *phosphorylation oxydative* lui font suite dans la seule respiration. Leurs étapes et les molécules impliquées n'ont pas à être mémorisées ; ils seront envisagés, en liaison avec les ultrastructures mitochondriales, seulement dans leurs aspects essentiels :

- pour le cycle de KREBS, dégradation complète et progressive des molécules organiques, avec libération de la totalité de leur énergie chimique potentielle, à travers une suite de décarboxylations et de déshydrogénations catalysées par des enzymes, accompagnées de la formation de transporteurs réduits ;

- pour la phosphorylation oxydative, transport d'électrons le long d'une chaîne d'oxydo-réductions (non détaillée), avec apparition d'un gradient de protons, fournissant l'énergie nécessaire à la synthèse d'ATP. Le rôle de l'oxygène, accepteur final des ions H⁺, sera indiqué.

On établira un bilan énergétique quantitatif, sans dénombrer les molécules d'ATP formées à chaque étape.

Sources inorganiques de l'ATP

* *La photophosphorylation*, lors de la phase « lumineuse » de la photosynthèse, correspond à la conversion de l'énergie des photons en énergie chimique, au niveau des lamelles du chloroplaste : excitation des molécules de pigments, photolyse de l'eau, transport d'électrons le long d'une chaîne photosynthétique (non détaillée) et apparition d'un gradient de protons, fournissant l'énergie nécessaire à la synthèse d'ATP, énergie qui sera utilisée presque instantanément pour la réduction du CO₂ et les synthèses de la phase « obscure ».

- La production de l'ATP dans les cellules capables de *chimiosynthèses*, abordée à partir d'un exemple, sera différenciée de la photophosphorylation par l'origine du flux de protons et d'électrons permettant la synthèse d'ATP.

*L'utilisation de l'ATP

On envisagera cette utilisation dans deux exemples : les synthèses chez les végétaux chlorophylliens, le mouvement chez les animaux.

Dans le premier cas, l'intervention de l'ATP sera mise en évidence dans les synthèses de la phase « obscure », stromatique, de la photosynthèse ; le cycle de CALVIN, fourni sous forme simplifiée comme document pour des exercices, ne sera pas mémorisé.

Elle le sera également dans les synthèses hyaloplasmiques consécutives. L'intervention possible dans ces dernières d'ATP d'origine respiratoire sera mentionnée.

Dans le deuxième cas, on étudiera le fonctionnement du système actine-myosine en liaison avec les caractères structuraux et ultrastructuraux de la cellule musculaire striée.

Un parallèle entre mécanismes de la respiration et de la photosynthèse, situées par rapport aux acquis de la première S, sera l'occasion de souligner la généralité des réactions d'oxydo-réduction, le rôle de la compartimentation cellulaire et celui des membranes, l'importance des enzymes et de l'équipement enzymatique des cellules, subordonné à leur programme génétique.

Un bilan synthétique récapitulera sous forme de schéma l'origine et la destinée de l'ATP dans une cellule chlorophyllienne et une cellule musculaire. On soulignera la quasi simultanéité, ou le léger retard de l'utilisation de l'énergie par rapport à sa prise en charge dans l'ATP, ainsi que la modicité de ses réserves sous cette forme.

Autotrophie et hétérotrophie

Une vue d'ensemble, au terme des études consacrées à l'énergétique, permettra de faire le point sur les notions

d'autotrophie et d'hétérotrophie. On dégagera de manière schématique les relations entre cycle de matière et flux unidirectionnel d'énergie chez un autotrophe et un hétérotrophe.

On soulignera le caractère universel de l'utilisation par tous les êtres vivants de l'énergie résultant de la dégradation de leurs métabolites, par opposition à la capacité, limitée à certaines, d'élaborer de l'ATP à partir de l'énergie issue de l'extérieur de la biosphère.

L'importance de l'autotrophie et de l'hétérotrophie dans les relations entre les êtres vivants sera située dans l'histoire du globe, en choisissant quelques étapes approximativement datées, dont l'étude sera limitée aux contenus suivants.

La première sera celle de la constitution des premières cellules, limitées par une membrane ; la composition de l'atmosphère anoxique de l'époque et la constitution précoce et définitive du système ADP/ATP pour les mouvements intracellulaires d'énergie seront indiquées ; ceci conduira à l'idée qu'aux temps initiaux les sources d'ATP étaient les chimiosynthèses chez les autotrophes, les fermentations chez les hétérotrophes.

La deuxième étape sera celle de la photosynthèse anaérobie, premier mécanisme de conversion de l'énergie lumineuse en énergie chimique, nouvelle piste vers l'autotrophie. Le passage à la photosynthèse aérobie expliquera le lent enrichissement de l'atmosphère en oxygène.

La dernière étape retenue, datant de -1,4 MMA, sera celle où la teneur en oxygène de l'atmosphère atteint environ 7 % ; la compartimentation cellulaire étant acquise dans la cellule eucaryote, la phosphorylation oxydative s'établit dans les mitochondries, et les ressources en ATP s'accroissent grâce à la respiration de façon telle que la synthèse de l'actine et de la myosine, ainsi que la division cellulaire par mitose deviennent possibles. Dès lors, l'importance des diverses sources d'ATP et les relations entre les êtres vivants tendent vers la situation actuelle.

IV. La transmission de l'information dans l'organisme

En seconde, l'étude de la communication animale a mis en évidence l'existence d'une transmission nerveuse et/ou humorale dans quelques exemples de comportements. On pourra s'appuyer sur le rappel sommaire, à l'exclusion de toute analyse fonctionnelle détaillée, de l'un de ces exemples, ou sur la présentation de la réaction de l'organisme au froid, élucidée plus complètement par la suite. Ces exemples permettront de confirmer l'existence de ces communications et d'engager sans retard l'étude de leurs mécanismes aux niveaux cellulaire et intracellulaire.

Le message nerveux : élaboration, conduction, transmission

La nécessité de stimulus et de récepteurs rappelée, on ne s'attardera pas sur leur diversité. La genèse, en réponse à une stimulation, de potentiels générateurs puis de potentiels d'action, les caractéristiques et l'explication biophysique de ceux-ci, le codage de l'information dans le message nerveux seront envisagés, toujours en liaison avec les supports structuraux, à l'aide d'études expérimentales réalisées en classe lorsque ce sera possible. De même, l'étude de la propagation des potentiels – sens, mode de conduction – et du message nerveux s'appuiera autant que faire se peut sur des exercices pratiques.

La compréhension de la transmission synaptique, notamment dans les centres nerveux, fera intervenir la notion de neurotransmetteur : production, libération, fixation sur des protéines réceptrices membranaires, inactivation ou destruction, ainsi que l'idée de sommation des potentiels excitateurs ou inhibiteurs, cause d'originalité du message postsynaptique.

Ainsi seront dégagées la notion de chaîne neuronique et celle d'intégration au niveau cellulaire, le rôle essentiel des synapses étant souligné.

Le message hormonal : élaboration, transport, action

Un exemple, qui ne fera pas l'objet d'une monographie, servira de premier point d'appui à une étude débouchant sur des connaissances générales : libération dans le milieu intérieur (sécrétion interne), en quantité variable, sous l'effet d'un stimulus provoquant un accroissement de perméabilité cellulaire, d'hormone éventuellement stockée depuis sa production ; transport à distance par voie humorale de l'hormone, messenger chimique ; action de celle-ci limitée à des cellules-cibles possédant des molécules réceptrices spécifiques ; liaison hormone-récepteur, aboutissant, à travers une chaîne de réactions non étudiée, à un changement de l'équipement enzymatique et du métabolisme de la cellule. On distinguera le message hormonal du messenger, l'hormone.

Un premier bilan soulignera la généralité de l'intervention de molécules diverses, de petite taille, dans la communication intercellulaire, tant nerveuse qu'hormonale.

Intégration des messages nerveux et hormonal

* **La réaction de l'organisme au froid.** On présentera brièvement les conséquences physiologiques du froid pour un organisme, homme par exemple et les réactions auxquelles il donne lieu. Cette présentation préparera à la recherche des mécanismes impliqués, concourant à l'homéostasie : information de l'hypothalamus par l'intermédiaire de récepteurs périphériques et centraux, réactions diverses par des voies nerveuses et humorales à points de départ hypothalamiques et corticaux.

* **Réactions émotionnelles : le stress.** On se limitera à un exemple, tel que celui des réactions de défense consécutives à une peur, chez un Mammifère. La distinction entre les divers centres encéphaliques impliqués, autres que l'hypothalamus, n'est pas demandée ; l'étude, plus rapide de ce fait que celle des réactions émotionnelles en terminale D, s'effectuera avec les mêmes objectifs et selon le même schéma que celle de la réaction au froid.

Ces deux études seront réalisées dans l'ordre choisi par le professeur, celle qui sera traitée en second fournissant l'occasion d'exercices d'évaluation formative, notamment méthodologique. Toutes deux donneront lieu à l'élaboration d'un schéma fonctionnel de synthèse. Elles permettront de souligner la nouveauté et l'originalité des messages efférents, modulés, adaptés à la situation, tenant compte de l'ensemble des messages afférents.

Ces deux exemples illustreront à la fois l'existence d'une intégration neuro-hormonale, et le rôle intégrateur d'un centre.

V. L'unité physiologique de l'organisme

Cette partie prolonge naturellement l'étude des communications dans l'organisme, qu'elle fait intervenir de nouveau, l'objectif étant cette fois l'unité de l'organisme, objet de la conclusion du chapitre.

La régulation de la pression artérielle

L'importance de cette régulation, garante d'une irrigation convenable des tissus, étant soulignée, on définira la pression artérielle et ses valeurs, ainsi que les facteurs qui la déterminent : masse sanguine, débit sanguin – dépendant du volume systolique et de la fréquence cardiaque – et tonus vasculaire. Une analyse de ses variations habituelles et de leurs causes apparentes conduira à rechercher les mécanismes mis en jeu, reliés aux éléments nerveux et aux glandes endocrines qu'ils impliquent.

Fondée sur des données expérimentales, l'étude permettra ainsi d'identifier les actions nerveuses, rapides, les actions hormonales plus lentes, et d'élucider leur réseau.

La mémorisation des trajets nerveux et des structures sécrétrices, fournis si nécessaire lors d'exercices, n'est pas exigible.

La régulation du cycle ovarien chez les Mammifères

Les données morphologiques et cytologiques sur le cycle ovarien ont été envisagées à propos de la gamétogenèse femelle. Les constatations physiologiques sur le déroulement des cycles et leur interruption en cas de gestation, introduites ici, conduiront à s'interroger sur les mécanismes et les supports impliqués dans la régulation. Leur élucidation, jusqu'au niveau de l'hypothalamus, s'appuiera sur des démarches expérimentales. L'intervention de facteurs externes chez certains Mammifères sera brièvement abordée, celle de facteurs émotionnels chez la femme seulement mentionnée. Les bases physiologiques de la contraception chimique seront expliquées. On ne traitera pas l'installation des cycles à la puberté.

Abordée après l'étude de la régulation de la pression artérielle, celle de la régulation des cycles ovariens donnera lieu à des exercices d'application ou d'évaluation formative. La réciproque peut également être envisagée.

Chacune des deux études aboutira à un schéma fonctionnel matérialisant les supports concernés. Leur ensemble permettra de dégager la notion de boucle de rétroaction, celle de régulation intégrée.

La conclusion de cette partie fera ressortir les rôles des régulations physiologiques : concourir à l'unité de l'organisme vivant, à un fonctionnement corrélé et harmonieux des appareils qui y contribuent.

Section D

(2h + 3h)

BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE

I. Transmission, nature, expression de l'information génétique

A. La reproduction conforme et le maintien du patrimoine génétique

- Transmission de l'information génétique à l'échelle cellulaire.
- Nature de l'information génétique : localisation, support, structure de l'ADN.
- Expression de l'information génétique : transcription, traduction, code génétique et synthèse des protéines.

B. La reproduction sexuée et le brassage génétique : importance génétique de la méiose et de la fécondation.

- Le brassage chromosomique et allélique.
 - Dans le cas d'un haploïde.
 - Dans le cas d'un diploïde : aspects cytologiques de la formation des gamètes et de la fécondation.

C. Le fonctionnement des gènes

- Notions de gène et d'unité génétique.

D. Quelques aspects du génie génétique

- Principe du transfert d'un gène.
- Recombinaison génétique in vitro de l'ADN.
- Programmation génétique des microorganismes.

II. Cycle de la matière et flux d'énergie

A. L'activité de deux cellules différenciées

- Fonctionnement et structure d'une cellule sécrétrice.
- Fonctionnement et structure d'une cellule musculaire striée

B. L'origine de l'énergie : production et utilisation de l'ATP

- Respiration, fermentation cellulaires.
- L'autotrophie
 - La chimiosynthèse.
 - Mécanismes de la photosynthèse chez les plantes en C3 et C4; photorespiration.

PHYSIOLOGIE DE L'ORGANISME HUMAIN

I. La transmission de l'information dans l'organisme

A. La communication nerveuse

- Un exemple de motricité somatique : le réflexe de posture
 - Élaboration des messages.
 - Le message nerveux : nature et conduction ; les supports cytologiques.
 - Inhibition, intégration nerveuse.
 - Transmission aux effecteurs ; mécanismes synaptiques.
- L'activité cérébrale
 - Relations sensori-motrices ; aspects structuraux et biochimiques du fonctionnement cérébral.

B. La communication humorale

- L'homéostasie : étude d'un exemple : l'équilibre hydrominéral.
- La régulation de la glycémie.

C. L'intégration neuro-hormonale

- La régulation de la pression artérielle.
- Les réactions émotionnelles ; les supports infracorticaux et l'intervention de messages hormonaux.

II. La réponse immunologique

Maintien de l'intégrité de l'organisme : communication et coopération cellulaires.

- Les réactions immunitaires cellulaires et humorales : mécanismes, rôle.
- Structure et diversité des anticorps.
- Dérèglements et déficiences du système immunitaire.
- L'aide à la réponse immunitaire : vaccins, sérums, greffes de moëlle osseuse.
- Génie génétique et vaccins.

REPRODUCTION ET HÉRÉDITE

I. La reproduction humaine

- Cycles sexuels ; régulation de la sécrétion des hormones sexuelles.
- Fécondation.
- Biologie embryonnaire et fœtale.
- Parturition, lactation.
- La maîtrise de la reproduction : fécondité ; contraception ; fécondation in vitro ; implantation d'embryons.

II. Hérité et génétique humaine

- Hérité humaine ; maladies héréditaires, chromosomiques et géniques.
- Médecine prédictive, diagnostic prénatal.
- Polymorphisme et diversité des populations humaines.

III. Polymorphisme chromosomique et de l'ADN au sein des espèces animales

- Caryotypes, remaniements chromosomiques et moléculaires ; cartes chromosomiques.

ASPECTS BIOLOGIQUES ET GÉOLOGIQUES DE L'ÉVOLUTION

I. L'évolution

- À l'échelle des molécules : les parentés moléculaires.
- À l'échelle des organismes : un exemple, la sortie des eaux chez les Vertébrés.
- À l'échelle des populations : isolement géographique et spéciation.

II. Facteurs géologiques de l'évolution

- L'évolution de l'atmosphère.
- La mobilité de la lithosphère.

III. L'hominisation

IV. Vers une théorie synthétique de l'évolution

COMPLÉMENTS

Biologie cellulaire et moléculaire

La première partie propose une approche fonctionnelle et synthétique de la biologie au niveau d'organisation cellulaire. L'étude de mécanismes moléculaires communs aux organismes, le rapprochement entre les explications du fonctionnement des cellules procaryotes et eucaryotes prolongent les connaissances acquises en première S et préparent à la compréhension de la théorie synthétique de l'évolution.

I. Transmission, nature, expression de l'information génétique

L'étude du processus de transmission génétique est liée à celle de l'expression des gènes. La stabilité et les remaniements du matériel héréditaire sont étudiés aux échelles d'organisation cellulaire et moléculaire.

A - La reproduction conforme et le maintien du patrimoine génétique

Le maintien de caractères parentaux chez les descendants est déduit de l'observation d'un clone cellulaire, de résultats de cultures expérimentales. Les mécanismes de réplication et de transfert du matériel héréditaire sont étudiés chez les Bactéries et chez les cellules eucaryotes. La description nécessaire des phases de la mitose ne conduira pas à des développements excessifs. Il convient de privilégier la signification du phénomène. L'organisation structurale de la chromatine ne sera envisagée que pour souligner l'importance d'une forme condensée de l'information génétique lors de sa transmission aux cellules filles.

Ainsi seront opposés l'organisation structurale de l'ADN chez les procaryotes et l'ADN au sein des chromosomes en interphase

et en mitose chez les eucaryotes.

L'interprétation d'expériences historiques permettra l'analyse de la correspondance entre matériel génétique et chromosomes (transmission bactérienne, expérience d'identification et de localisation du matériel héréditaire) et fera apparaître les aspects techniques de la recherche. Les mécanismes de l'expression de l'information génétique : transcription, traduction et synthèse de protéines intégreront l'étude du code génétique et des ARN, ainsi que celle des supports cytologiques : noyau, polysomes, réticulum endoplasmique...

B - La reproduction sexuée et le brassage génétique : importance génétique de la méiose et de la fécondation

L'unicité de l'être issu de la sexualité, compte tenu du très grand nombre de caractères constituant le phénotype et de la pluralité des allèles pour chacun, est expliquée par le remaniement de l'information génétique au cours des phénomènes sexuels. Brassage des chromosomes et des allèles, diversité génétique sont à envisager dans le cadre de deux exemples.

- L'étude expérimentale du cycle biologique d'un organisme haploïde (*Neurospora* ou *Sordaria*) permettra de comprendre le rôle de la méiose et de la fécondation dans le brassage génétique. L'analyse des produits de la méiose (pré-post disjonction), l'étude de la ségrégation des chromosomes homologues et des allèles, la liaison entre gènes et l'expression de la distance entre un gène et le centromère seront l'objet d'exercices de réflexion.

- L'étude de la transmission d'un caractère chez l'Homme, ou chez un Mammifère, permettra la mise en évidence du parallélisme entre la destinée des chromosomes et celle des allèles. Le processus de la méiose sera étudié dans le cadre de la gamétogénèse, sans aborder ici le fonctionnement des gonades à l'échelle de l'organisme, son déterminisme, sa régulation (cf. la reproduction humaine). La fécondation sera étudiée sous ses aspects cytologiques et génétiques. Les autres aspects, biologiques et physiologiques, seront abordés avec la partie 2 du programme.

Mutations chromosomiques et géniques, autre source de variations du matériel héréditaire dont on soulignera l'importance dans l'évolution des espèces, peuvent trouver leur place dans ce chapitre.

On soulignera l'importance évolutive de la sexualité (notion de barrière spécifique) liée à la réorganisation chromosomique chez les eucaryotes, par opposition à la parasexualité permettant l'échange d'ADN entre bactéries génétiquement éloignées.

C - Le fonctionnement des gènes : notions de gène et d'unité génétique

Les connaissances sur l'expression de l'information génétique seront réinvesties dans le cas des procaryotes et dans celui des cellules eucaryotes.

La disposition linéaire des gènes sur le chromosome sera mise en évidence par les résultats des expériences de recombinaison in vivo et du phénomène de conjugaison chez les procaryotes et virus, sans faire l'étude des mécanismes moléculaires.

On présentera de façon synthétique la notion moderne de gène chez les eucaryotes : gène mosaïque, notion de cistron, d'unité génétique. On signalera l'existence de gènes de régulation sans étudier les mécanismes de leur fonctionnement. La maturation des protéines et le rôle respectif des infrastructures correspondantes seront abordés de façon sommaire. La fonction génétique des mitochondries et chloroplastes n'est pas au programme. L'idée d'un rapport entre génome des procaryotes et des eucaryotes sera soulignée en vue de la partie du programme relative à l'évolution.

D - Quelques aspects du génie génétique

Il ne s'agit pas de connaître l'ensemble des techniques permettant le transfert d'un fragment d'ADN d'un organisme à un autre, mais seulement leur principe. L'isolement et le repérage d'un gène, le clonage moléculaire du gène in vitro au moyen d'un plasmide vecteur, le transfert du gène et la modification du patrimoine génétique pourront être présentés dans le cadre d'un exemple.

Trois applications de programmations génétiques de microorganismes choisies parmi les eucaryotes (levures, moisissures) ou les procaryotes (bactéries) et concernant l'agriculture, l'agroalimentaire ou la médecine seront étudiées. On soulignera l'intérêt économique de l'exploitation par l'Homme de la variabilité génétique et les avantages réciproques de la biologie fondamentale et des technologies.

II. Cycle de la matière et flux d'énergie

Dans le prolongement des acquis de première S, davantage centrés sur l'organisme, on étudie le métabolisme au sein de la cellule eucaryote, système ouvert.

A - L'activité de deux cellules différenciées

Fonctionnement et structure seront mis en rapport dans le cas d'une cellule sécrétrice exocrine. Origine, assemblage des précurseurs, stockage, maturation, sécrétion, excrétion par exocytose constituent les étapes possibles d'une approche fonctionnelle intégrant les aspects descriptifs de l'étude et relatifs à la membrane et aux organites cellulaires.

La relation fonction-structure à l'échelle cellulaire et moléculaire orientera l'étude fonctionnelle de la cellule musculaire striée squelettique. Les mécanismes synaptiques sont étudiés dans la deuxième partie du programme (communication nerveuse). Les phénomènes métaboliques, biochimiques et thermiques, l'utilisation de l'énergie des composés phosphorés seront étudiés ici en relation avec les aspects structuraux et infrastructuraux de la cellule différenciée.

B - L'origine de l'énergie : production et utilisation de l'ATP

Respiration, fermentation cellulaires.

Une analyse expérimentale de cultures de levures de bière en aérobiose et anaérobiose, liée à l'étude du support infrastructural, aboutira à des schémas fonctionnels représentant les mécanismes essentiels. Évitant tout développement sur les réactions biochimiques intermédiaires, on se limitera aux notions et au vocabulaire ci-après.

La glycolyse ou dégradation partielle du glucose (C_6) dans le hyaloplasme aboutit à la formation d'acide pyruvique (C_3), d'ATP et d'un transporteur réduit TH - H^+ . De la décarboxylation et de la déshydrogénation de l'acide pyruvique dans la matrice mitochondriale résultent un corps en C_2 , radical acétyl, carrefour du catabolisme des métabolites, ainsi que du CO_2 et un transporteur réduit.

Le radical acétyl alimente **le cycle de KREBS** au cours duquel se produisent des réactions catalysées par des enzymes, décarboxylations et déshydrogénations et la formation de transporteurs réduits TH - H^+ . Ces réactions permettent une dégradation

progressive et complète des molécules organiques dans les mitochondries. Les transporteurs réduits et les électrons entrent dans **une chaîne d'oxydoréduction** de la membrane interne des mitochondries avec transfert d'électrons et d'ions H^+ jusqu'à l'oxygène accepteur final et avec formation d'eau.

Ainsi, un gradient de protons fournit l'énergie nécessaire à la synthèse d'ATP : c'est une **phosphorylation oxydative**. La dégradation complète des molécules organiques dans la mitochondrie restitue l'énergie chimique potentielle en produisant l'ATP, molécule fournissant l'énergie immédiatement utilisable par la cellule. On fera apparaître un bilan énergétique global sans dénombrer les molécules d'ATP formées à chaque étape. La fermentation sera définie comme une dégradation incomplète du glucose limitée à la glycolyse avec formation d'acide pyruvique fournissant moins d'ATP et un corps organique, chaîne carbonée résiduelle riche en énergie chimique potentielle.

L'autotrophie.

À partir de l'énergie lumineuse solaire (photosynthèse) ou de l'énergie provenant de réactions chimiques (chimiosynthèse) les cellules autotrophes produisent l'ATP nécessaire à la réduction et à l'incorporation du CO_2 à la synthèse de leurs substances carbonées organiques.

L'étude de la **chimiosynthèse** sera limitée à un exemple destiné à montrer que le flux de protons et d'électrons à l'origine de la synthèse d'ATP provient de l'oxydation d'un substrat autre que l'eau (en condition aérobie ou anaérobie suivant l'espèce).

Les mécanismes de la **photosynthèse en C_3** seront traduits par des schémas fonctionnels simples dégageant les seuls phénomènes essentiels de la phase lumineuse et de la phase obscure et leurs supports structuraux.

Le flux d'électrons depuis la chlorophylle – excitée – le long des transporteurs membranaires des saccules et suivant un potentiel redox croissant sera présenté sans prétendre à la localisation et à la dénomination des transporteurs. Leur place relative dans l'architecture membranaire est donc à exclure. On reliera la photolyse de l'eau à la constitution d'un gradient de protons à l'origine de la synthèse d'ATP (photophosphorylation) et avec l'apparition d'un transporteur réduit $TH - H^+$.

Les réactions biochimiques intermédiaires de la phase obscure ne seront pas étudiées. On se limitera aux notions suivantes : dans le stroma, le CO_2 est fixé sur un glucide en C_5 , le ribulose di-phosphate. Le corps formé se scinde en deux molécules en C_3 , d'acide phosphoglycérique, réduites par le transporteur et en présence d'ATP ; il se forme alors deux trioses permettant la régénération du ribulose di-phosphate et à l'origine de la synthèse de fructose, de glucose puis des autres glucides, ainsi que des lipides et protéides.

Le meilleur rendement de la **photosynthèse en C_4** (cas du maïs par exemple) sera mis en rapport avec la dualité existant au niveau des chloroplastes, avec la fixation de plus grande ampleur du CO_2 grâce aux deux catégories de carboxylases, et avec l'utilisation prolongée des produits de la photosynthèse. Cette étude fournira une nouvelle illustration de la liaison structure-fonction au niveau de l'organe, de l'organite et de la molécule. Les réactions biochimiques ne seront pas étudiées. On se bornera à indiquer la formation d'acide malique (C_4), sa migration, les rapports entre les deux cycles en C_4 et en C_3 .

L'étude de la **photorespiration** sera intégrée à celle de la photosynthèse dont elle minore l'efficacité chez les plantes en C_3 . Cette notion a été introduite en vue d'une meilleure compréhension de la production plus importante de certaines plantes céréalières par exemple, appréhendée dès la classe de seconde.

Le phénomène, indépendant de la respiration, sera défini comme une déperdition d'énergie par les plantes en C_3 , liée à l'absorption d' O_2 et au dégagement de CO_2 à la lumière, après passage des plantes à l'obscurité en particulier. L'étude des mécanismes et des peroxyosomes n'est pas au programme. De même, on signalera seulement le fait que les plantes en C_4 ne présentent pas de photorespiration décelable et que l'efficacité de la photosynthèse est donc accrue.

Au terme de ce premier ensemble de chapitres, une vision synthétique du fonctionnement cellulaire est assurée. Il se pose alors le problème de la coordination des fonctionnements cellulaires au sein de l'organisme.

Physiologie de l'organisme humain

I. La transmission de l'information dans l'organisme

A – La communication nerveuse

1. Un exemple de motricité somatique

Les centres nerveux, localisés à différents étages du système nerveux central, médullaire, sous-cortical, cérébral, reçoivent un flux ininterrompu d'informations afférentes sensorielles ; ils maintiennent en permanence la posture érigée de notre corps et, par l'intermédiaire de réactions appropriées, permettent la coordination et la précision de nos mouvements.

L'étude de la communication nerveuse dans l'organisme sera abordée à partir d'un exemple, le réflexe d'étirement ou réflexe myotatique, un des réflexes les plus importants au point de vue fonctionnel, au plan structural simple, car monosynaptique.

On envisagera l'origine des messages nerveux sensoriels au niveau des fuseaux neuro-musculaires et des organes neuro-tendineux de GOLGI, l'existence de voies nerveuses afférentes et efférentes, de centres nerveux et d'effecteurs, les fibres musculaires striées. Cet arc réflexe simple présente des mécanismes de réglage et de contrôle : on abordera ainsi le fonctionnement de la double boucle de régulation, l'existence de dispositifs inhibiteurs au niveau des motoneurones. La notion d'innervation réciproque des muscles antagonistes sera précisée.

L'élaboration du message nerveux au niveau du récepteur sensoriel sera expliquée. Le déclenchement du potentiel d'action, la nature du message nerveux et ses caractéristiques, l'interprétation ionique du potentiel d'action, la conduction : vitesse, mesure et variation de la propagation, le mode de propagation et le mécanisme seront étudiés expérimentalement en utilisant les moyens modernes d'investigation, et expliqués. Une étude pratique de l'organisation du système nerveux central et des supports cytologiques sera réalisée.

L'étude fonctionnelle de la synapse neuro-musculaire, exemple de synapse à transmission chimique, des mécanismes de la transmission du message nerveux, du potentiel nouveau qui apparaît au moment de la transmission des médiateurs, permettra de préciser la relation sensorimotrice et la commande musculaire, conséquence de l'excitation.

2. L'activité cérébrale

L'étude de l'activité cérébrale est destinée à illustrer et à expliquer certains aspects de l'activité encéphalique en relation avec la motricité dirigée. Elle sera l'occasion de mettre en relation l'information sensorielle afférente et la commande motrice, de donner à la communication verticale un support anatomique et de situer les voies ascendantes et descendantes ainsi que leurs relais synaptiques.

On partira de l'analyse d'un premier exemple, tel le comportement gestuel. Il s'agit de décomposer les mécanismes neuro-physiologiques qui conduisent au maintien des angulations des leviers osseux dans certaines postures caractéristiques, de donner une idée d'une hiérarchie du fonctionnement des centres du névraxe. Le mouvement segmentaire choisi vient se superposer à l'activité posturale statique par convergence des voies nerveuses descendantes sur les motoneurons, avec modification de l'activité posturale de base. À la phase initiale de déclenchement sous-cortical et cérébelleux succède une phase réflexe lente d'ajustement sensori-moteur, information extéro- et proprioceptive donnant au mouvement sa direction, son amplitude et sa vitesse. L'affinement terminal du mouvement implique une prépondérance du cortex et des afférences somesthésiques ou spécialisées : vision, audition...

L'étude des états de vigilance et du rythme veille-sommeil sera l'occasion d'élargir le sujet. Des données sur l'existence de connexions entre le système limbique et l'hypothalamus seront apportées ; on ne se limitera pas au cortex cérébral, et l'importance du tronc cérébral, élément central du contrôle du sommeil et de la veille, sera signalée. On soulignera le rôle de la formation réticulée. La présentation de quelques électroencéphalogrammes permettra d'illustrer cette étude.

Des connaissances sur des aspects biochimiques du fonctionnement du cerveau, dues au développement considérable des neurosciences, enrichiront l'étude. On signalera ainsi l'existence de synapses centrales, excitatrices ou inhibitrices, l'importance et la variété des neurotransmetteurs, les synapses étant des sites modifiables de transmission et de contrôle, particulièrement sensibles aux drogues et aux substances chimiques.

Quelques autres aspects du fonctionnement encéphalique seront découverts à l'occasion de l'étude des mécanismes régulateurs de la pression artérielle.

Des précisions sur l'organisation de l'encéphale et du tronc cérébral et l'histologie fonctionnelle du cortex, intégrées à ces chapitres, enrichiront la connaissance du système nerveux central. Le sujet sera illustré par les apports des techniques d'investigation médicale.

L'étude des apprentissages, du conditionnement, ainsi que celle du langage, de la mémoire ne sont pas au programme.

B - La communication humorale

Le maintien de la composition du milieu intérieur assure aux cellules des conditions de vie optimales et leur confère une certaine indépendance par rapport aux fluctuations du milieu extérieur.

1. L'homéostasie

L'étude du maintien de l'équilibre hydro-minéral, exemple d'homéostasie, et celle de la glycémie, seront l'occasion d'envisager un autre mode de transmission de l'information dans l'organisme : la communication humorale.

On étudiera les influences des variations du volume sanguin et de la pression osmotique du plasma sur les échanges d'eau et de molécules (ou ions) de substances dissociables entre les cellules et le milieu intérieur. L'origine de la pression osmotique, les relations entre diurèse et pression osmotique, les mécanismes régulateurs, essentiellement humoraux, seront ainsi abordés. L'existence de processus régulateurs d'ordre physico-chimique et physiologique, ces derniers faisant intervenir des corrélations nerveuses et hormonales, sera établie. Le rôle osmorégulateur de l'hypothalamus sera signalé. Celui du rein, organe effecteur assurant la régulation de la pression osmotique du milieu intérieur, sous la dépendance des messages hormonaux sera précisé : fonctionnement du tube urinifère, sans les mécanismes de la réabsorption tubulaire, en se limitant à l'eau et au chlorure de sodium. Un exemple de boucle de rétroaction sera ainsi introduit à l'occasion de cette étude. On soulignera les analogies entre communication nerveuse et humorale et on opposera la lenteur et la durée du message hormonal à la rapidité de la communication par voie nerveuse. Les hormones, la notion de cellule-cible seront définies. Les mécanismes de communication, la notion de second messager ne sont pas au programme.

2. La régulation de la glycémie

L'existence et le maintien de la constance glycémique seront envisagés par l'analyse de données cliniques et expérimentales. L'importance de la constance de la glycémie et les conséquences de ses altérations seront signalées. Les organes producteurs d'hormones intervenant dans la régulation de la glycémie seront présentés, et les caractères et l'action des hormones établis.

Ce deuxième exemple soulignera l'importance de la communication humorale dans l'organisme et complètera l'approche déjà réalisée de la notion de régulation et de rétroaction.

Les deux chapitres seront l'occasion de l'étude histologique d'autres exemples de cellules sécrétrices, s'ajoutant à celles déjà étudiées précédemment. Ils permettront en outre la construction de schémas de synthèse fonctionnels de plus en plus complexes.

C - L'intégration neuro-hormonale

1. La régulation de la pression artérielle

Le système circulatoire assure le transport des substances nutritives, fonctionnelles et d'excrétion dans tout l'organisme. C'est de la pression artérielle existant dans ce circuit que dépend l'irrigation convenable des tissus par les capillaires. L'action combinée de deux mécanismes essentiels : nerveux et hormonaux, s'adapte en permanence aux besoins de l'organisme.

On définira donc la signification et les valeurs de la pression artérielle, et les facteurs intervenant dans ses variations : débit cardiaque, volume sanguin, tonus vasculaire... Une étude des causes de variation et des réactions de l'organisme permettra de distinguer le mécanisme nerveux, dont on analysera les divers composants anatomiques, leurs relations et rôles, en dégageant la notion de réflexe cardiaque, assurant essentiellement la lutte contre l'hypotension par entretien du tonus vasoconstricteur, et le mécanisme hormonal – système rénine-angiotensine, ADH... assurant le contrôle de la masse sanguine. Le trajet histologique du réflexe sera précisé.

On signalera l'existence d'une autorégulation, fonction de l'activité métabolique des organes, et d'une servo-régulation, adaptant la pression aux variations des besoins de l'organisme ou aux contraintes psychologiques.

La notion de boucle de rétroaction et du contrôle nerveux du système cardiovasculaire sera précisée. On insistera sur l'addition des divers mécanismes régulateurs, solidaires et dépendants les uns des autres, et sur l'existence d'une régulation intégrée de la pression artérielle. Le contrôle immédiat, essentiellement nerveux, sera opposé au contrôle à moyen ou à long terme, passif, mettant en jeu la régulation hormonale et les reins.

Le sujet fournira l'occasion aux élèves de réaliser des schémas de synthèse fonctionnels, résumant les éléments les plus importants de cette régulation, et d'enrichir ainsi l'étude de l'importance, des variétés, des modalités et mécanismes contribuant au maintien de l'intégrité de l'organisme.

2. Les réactions émotionnelles

Les réactions de l'organisme face aux changements de l'environnement ou aux situations de traumatisme psychique ou physique ou d'agression émotionnelle pourront être abordées par l'étude d'un exemple de comportement d'agression, à partir de phénomènes

observables.

L'analyse des stimulus physiques et psychosociologiques, le rôle des structures nerveuses concernées dans les réactions émotionnelles seront envisagés. On étudiera en particulier le rôle de l'hypothalamus, contrôlant les comportements de défense et celui du système limbique qui lui est étroitement associé au point de vue anatomique et fonctionnel, et qui est le support des comportements, et surtout du contrôle des émotions. On précisera leur situation, leur structure, l'importance des relations hypothalamus-tronc cérébral-système limbique, ainsi qu'avec le cortex cérébral, essentiellement le lobe frontal.

Le système endocrine joue un rôle important dans ces réactions. On limitera l'étude à la commande hypophysaire des glandes surrénales et à sa régulation, ainsi qu'aux modifications de l'organisme pour faire face aux agressions, troubles physiologiques et du comportement. Une synthèse de l'ensemble des interventions permettra de montrer l'action intégrée des deux systèmes.

II. La réponse immunologique

L'organisme humain évolue en permanence dans un milieu peuplé d'une multitude de microbes, dont certains sont responsables de maladies, soit passagères, soit endémiques, et il est en contact avec des substances chimiques variées. De même, des cellules anormales sont produites régulièrement, et des dérèglements cellulaires, souvent liés à des anomalies géniques peuvent s'établir. L'organisme possède ou est capable d'acquiescer les moyens de lutte lui permettant de maintenir son intégrité et de reconnaître le soi.

1. Les réactions immunitaires cellulaires et humores

Elles seront présentées en approfondissant certains acquis de troisième. Ainsi, les réactions immunitaires non spécifiques seront opposées aux réactions spécifiques, en décrivant les principaux effecteurs de ces réactions, leurs caractéristiques, leur évolution, leurs modes de reconnaissance, de multiplication, de communication et d'action. Le complément et quelques étapes de ses mécanismes d'action seront envisagés.

Les organes de l'immunité seront situés, sans en faire une étude histologique détaillée. On abordera la notion de coopération cellulaire et quelques-unes des principales modalités. Les facteurs permettant la reconnaissance et l'activité des cellules ou des substances produites – récepteurs membranaires, structures antigéniques – seront signalés.

On insistera sur l'intérêt et l'importance de la diversité des réponses, favorisant la survie de l'espèce lors d'une épidémie.

2. Structure et diversité des anticorps

Les caractéristiques de la structure de la molécule d'anticorps, permettant d'expliquer sa spécificité et les mécanismes essentiels par lesquels elle assure la défense de l'organisme, seront présentées. L'origine et le mode de formation des anticorps seront expliqués simplement, et la grande diversité de ces molécules sera reliée à la connaissance du code génétique et de son expression, traitées dans la première partie. L'évolution qualitative et quantitative des anticorps, au cours du développement de l'individu, sera envisagée.

L'étude des réactions immunitaires vis-à-vis d'éléments étrangers sera complétée par celle des mécanismes de discrimination du soi et du non-soi. Les antigènes des groupes sanguins et ceux d'histocompatibilité seront définis et localisés ; l'organisation génétique du complexe HLA sera abordée d'une manière simple.

3. Les dérèglements et les déficiences du système immunitaire

Au cours de l'étude des mécanismes de défense, on situera quelques exemples de dérèglements et de déficiences du système immunitaire : hypersensibilité (allergies et mécanismes de la réaction allergique), réactions auto-immunes – leur diversité et les facteurs favorisant l'apparition de maladies auto-immunes – déficits immunitaires, SIDA.

4. L'aide à la réponse immunitaire

Une approche moderne, basée sur les mécanismes de défense, permettra une définition des méthodes d'aide à la réponse immunitaire ; leurs principes, illustrés par quelques exemples, montreront les progrès réalisés de la médecine pastorienne aux connaissances actuelles en biologie cellulaire.

5. Génie génétique et vaccins

L'Homme ne sait pas encore se protéger contre certaines maladies graves et fréquentes – maladies parasitaires, cancer, SIDA... – d'où la nécessité de mise au point de vaccins de conception nouvelle. Toutes les ressources des biotechnologies modernes sont mises à la disposition du chercheur. Quelques techniques nouvelles et leurs principes, permettant la production de vaccins par génie génétique, seront signalées, ainsi que les perspectives de fabrication de vaccins synthétiques.

Cette étude enrichira celle des applications du génie génétique dans les domaines de la santé et agro-alimentaires traitées dans la première partie.

Reproduction et hérédité

I. La reproduction humaine

La reproduction humaine sera étudiée sous l'aspect physiologique ; on s'appuiera sur les acquis du premier cycle. Les connaissances fondamentales seront reliées à leurs applications et aux aspects scientifiques de la maîtrise de la reproduction humaine.

1. Les cycles sexuels et leur régulation

Les cycles sexuels chez la femme seront présentés de façon à ce que la constatation de leur simultanéité pose le problème de leur déterminisme.

Les mécanismes des sécrétions hormonales illustreront un nouvel exemple de communication entre organes et cellules, et permettront d'enrichir les notions de rétrocontrôle et de régulation.

2. La fécondation

On signalera les étapes de la spermatogenèse et le contrôle hormonal de la formation des spermatozoïdes.

La méiose ainsi que la réorganisation chromosomique de l'information génétique dans l'œuf ont été étudiées dans la première partie.

Les caractères et la structure des gamètes seront mis en rapport avec leur activité, les mécanismes physiques et chimiques qui amènent l'attraction et la pénétration des spermatozoïdes, jusqu'à la fécondation.

3. La biologie embryonnaire et fœtale

Les relations entre organisme maternel et organisme fœtal seront envisagées sous leurs divers aspects, en privilégiant l'étude des relations trophiques. Les relations immunologiques ont déjà été signalées lors de l'étude de la réponse immunologique. Quelques stades du développement de l'œuf humain seront présentés, et les aspects biologiques et anatomiques de la vie embryonnaire et fœtale précisés. Les apports des techniques modernes d'investigation – imagerie médicale – seront signalés.

4. La parturition et la lactation seront abordées de façon sommaire. On envisagera essentiellement leur déterminisme et les principaux aspects des mécanismes nerveux et humoraux. On n'étudiera pas les aspects physiologiques et histologiques de la sécrétion du lait.

5. La maîtrise de la reproduction

Les bases scientifiques indispensables à la compréhension de la contraception chimique ont été abordées dans l'étude des cycles sexuels ; elles seront enrichies par des compléments sur le contrôle des naissances et les principales méthodes contraceptives, déjà étudiées en classe de quatrième. Les causes de la stérilité masculine et féminine motiveront en outre l'information sur les techniques nouvelles mises au service de la reproduction, avec les progrès récents concernant la fécondation *in vitro* et les transferts des embryons.

II. Hérité et génétique humaine

1. Hérité humaine, maladies héréditaires. Quelques exemples simples d'hérité chez l'Homme non limités aux cas pathologiques seront présentés pour établir ou retrouver des traits fondamentaux de l'hérité : existence d'allèles, fréquence de la polyallélie, présence des gènes sur les autosomes ou les chromosomes sexuels. L'analyse d'arbres généalogiques concernant, par exemple, la transmission de l'hémophilie ou de la myopathie de Duchenne servira de support à cette étude.

De même, en choisissant l'exemple de maladies génétiquement déterminées, dont on élucidera l'origine et le mode de transmission, il sera possible de faire la distinction entre anomalies chromosomiques et géniques. On envisagera un cas de trisomie – mongolisme ou syndrome de DOWN –, et plus généralement des exemples d'aberrations affectant le nombre de chromosomes – syndromes de TURNER, de KLINEFELTER... – ou leurs structures. Le sérieux problème de santé publique que représentent les hémoglobinopathies motivera l'étude de maladies autosomiques récessives : drépanocytose, mucoviscidose, et leur explication chimique.

2. Médecine prédictive et diagnostic prénatal

Le dépistage précoce anté-natal des maladies congénitales et héréditaires, la détection dès la vie intra-utérine des anomalies chromosomiques, l'usage de marqueurs sanguins génétiques, ou plus généralement la détection des terrains favorables d'une affection donnée font l'objet de la médecine prédictive, actuellement en plein essor. Avec les progrès récents de la génétique moléculaire, l'analyse de l'ADN fœtal représente une application médicale essentielle. Il importe d'informer sur les principes techniques et les fondements biologiques de cette prévention primaire, afin de préparer à l'exercice de la responsabilité individuelle et familiale au terme des examens biologiques.

3. Polymorphisme et diversité des populations humaines

L'importance du brassage interchromosomique et les mécanismes de remaniement de l'information génétique au cours des phénomènes sexuels sont connus. Au brassage des allèles, facteur de variation interindividuelle et de diversification du pool génétique, on opposera l'invariance des caractères de l'espèce. La variabilité et le polymorphisme génétiques à l'intérieur de l'espèce fonderont l'idée d'unicité de l'être humain, et permettront d'expliquer les différences génétiques entre populations humaines et entre individus. Chaque individu est unique au point de vue génétique ; on mentionnera que son originalité provient aussi d'autres facteurs : déroulement de la grossesse, conditions du milieu dans lesquelles se déroulent enfance et jeunesse.

III. Polymorphisme chromosomique et de l'ADN au sein des espèces animales

Quelques exemples de caryotypes seront présentés, et les causes et les conséquences des remaniements chromosomiques et moléculaires envisagées. Les mutations chromosomiques et géniques sont en effet une autre source de variation du matériel héréditaire ou de modification de l'information génétique. Les altérations structurales ont une importance dans l'évolution des espèces et dans l'apparition de génotypes nouveaux.

Le principe de l'établissement d'une carte factorielle sera expliqué, et on exposera les connaissances actuelles sur les cartes chromosomiques humaines, en les reliant aux notions présentées dans le paragraphe : génétique humaine. Des exemples de variations de la constitution de certaines protéines – insuline, hémoglobine – spécifiques des espèces illustreront cette notion de polymorphisme de l'ADN au sein des espèces animales.

Aspects biologiques et géologiques de l'évolution

Cette partie du programme mobilise en permanence les acquis concernant la tectonique globale et la mobilité lithosphérique. Les continents et leurs marges, lieux de fossilisation, seront remis sur le globe à leur emplacement géographique de l'époque avec leur relief et leur climat. Les variations constatées dans la répartition de ce climat sur la surface terrestre conduiront à l'idée d'un déplacement des pôles. Cette nouvelle preuve de mobilité s'ajoutera à celles déjà considérées en classe de première.

En évitant les spéculations sur l'origine des premières molécules de la vie, on présentera plutôt le fait évolutif avec la succession de formes vivantes de plus en plus complexes au cours des temps, leur filiation, leur diversification, leur relation adaptative avec le milieu. Cette présentation pourra prendre la forme d'un arbre évolutif.

L'attention sera attirée sur la constitution précoce de la cellule procaryote et sur le fait qu'elle possède déjà les processus moléculaires fondamentaux de la vie qui sont toujours nôtres aux plans membranaires, énergétiques (ATP) et génétiques (ADN). La

constance des mécanismes de la reproduction sexuée, avec toutes ses conséquences pour la diversification génétique, depuis l'apparition de la cellule eucaryote, sera également soulignée.

Ainsi naît l'idée d'une origine commune à toute la biosphère, expliquant les points communs entre tous les êtres vivants, causes de la création et du fonctionnement des écosystèmes.

I. L'évolution

1. À l'échelle des molécules

Cette étude vise à établir la notion d'homologie moléculaire – des molécules différentes et de même fonction ont une origine commune – et l'idée de molécules, produits et marqueurs de l'évolution.

L'existence de variations moléculaires affectant progressivement un nombre croissant d'acides aminés sera établie à partir d'un exemple pris parmi des protéines telles que l'insuline, les hormones hypophysaires ou une enzyme. L'idée de filiation moléculaire sera ainsi dégagée, l'éloignement des molécules confirmant et affinant les résultats de la systématique et de la paléontologie. L'exploitation des connaissances acquises en biologie permettra d'émettre l'hypothèse de mutations successives au niveau des bases de l'ADN. Un second exemple, celui du cytochrome «C», aidera à la généralisation et contribuera à tracer une ramification évolutive.

L'exemple de l'hémoglobine des Mammifères illustrera l'existence dans une même espèce et un même organisme de familles moléculaires multigéniques. Les hypothèses susceptibles de rendre compte du fonctionnement successif, lié au changement de milieu de vie, du gène de l'hémoglobine fœtale et de celui de l'hémoglobine de l'adulte seront envisagées. L'existence de systèmes de gènes dupliqués non fonctionnels sera signalée sans s'attarder sur leur origine. La signification adaptative et évolutive des familles moléculaires multigéniques sera alors dégagée.

L'ancienneté et la permanence, dans l'évolution des Vertébrés, de certaines molécules telles celles qui règlent le développement embryonnaire, celles du mouvement cellulaire, l'hémoglobine, le pourpre rétinien... appuieront l'hypothèse d'un ancêtre commun, celle de la pérennité des gènes de structure, l'évolution résultant surtout de l'action, au cours du développement, des gènes de régulation.

2. À l'échelle des organismes : la sortie des eaux des Vertébrés

L'objet de ce chapitre n'est pas la description de séries de formes fossiles du Silurien au Permien mais l'analyse des conditions d'un moment essentiel de l'évolution biologique situé entre -400 et -300 MA appuyée sur des arguments paléogéographiques, paléontologiques, paléocologiques à des données modernes de physiologie et de génétique.

L'aspect des continents sera reconstitué à l'époque de la Pangée : constitution du Continent des vieux grès rouges, continent de Gondwana avec faiblesse générale des reliefs et vastes mers épicontinentales bordières. Les conditions écologiques seront retracées : atmosphère ayant acquis la teneur actuelle en oxygène, grandes surfaces continentales arasées aux climats divers, grande extension des milieux paraliques réalisant de très nombreuses niches écologiques aux conditions variées et variables, extension des zones marécageuses en bordure continentale, modifications saisonnières de l'eau disponible allant jusqu'à la dessiccation en climat semi-aride.

Les caractères anatomiques essentiels et les possibilités physiologiques de la faune de Vertébrés – Poissons, Crossoptérygiens, Dipneustes, Amphibiens – seront comparés à ceux des représentants actuels de ces groupes au point de vue tégument, respiration, soutien et locomotion, capacité d'estivation.

Les faits suggérant des facteurs possibles d'évolution seront envisagés sans évoquer un déterminisme non élucidé. On constatera ainsi que les systèmes biologiques susceptibles d'assurer support et mobilité, échanges respiratoires et intégrité tégumentaire étaient acquis par les formes qui sont sorties de l'eau, que les conditions écologiques favorisaient cette sortie en période chaude et humide, que les rythmes comportaient chez certains une phase de résistance à l'assèchement.

On soulignera également que les potentialités moléculaires existaient déjà chez les Poissons (protéines du mouvement, du soutien, kératine, mucus...).

Les caractères des Amphibiens fossiles, premiers tétrapodes apparus, mis en relation avec ceux de leur biotope, étayeront l'idée que les modifications du milieu de vie ont été favorables à une sélection des variations adaptatives, d'où une première émancipation vis-à-vis du milieu aquatique. Le rappel du développement d'un représentant actuel des Amphibiens montrera que la sortie des eaux se réalise toujours, à l'échelle de l'individu, dans ce groupe zoologique. On montrera comment l'organogenèse de l'adulte est, via une molécule hormonale, à la fois sous la dépendance génétique et sous celle du milieu extérieur.

Cette étude sera complétée, à propos du déterminisme de l'embryogenèse dont les mécanismes ne seront pas étudiés, par l'indication de l'existence des molécules d'adhésion cellulaire dépendant du génome et par celle de l'existence de gènes du développement, comportant des séquences communes chez différentes espèces animales.

Ainsi sera dégagée l'idée d'une évolution liée à la rencontre des possibles : celle de la préadaptation moléculaire et organique chez des organismes variés avec des conditions de milieu propices, la diversité des niches écologiques favorisant la naissance des ramifications évolutives. Se retrouve alors l'idée d'une stabilité des gènes de structure et d'une variation des gènes de régulation dont les possibles mutations, le fonctionnement plus ou moins prolongé au cours de l'embryogenèse et de l'organogenèse dessinent un organisme susceptible de s'accommoder de conditions écologiques nouvelles.

Sortie des eaux n'étant pas indépendance, on indiquera sans plus qu'à la fin du Primaire les Reptiles réaliseront cette dernière grâce, entre autres, à l'imperméabilisation du tégument, à la protection des oeufs et à l'acquisition du développement direct.

3. À l'échelle des populations : isolement géographique et spéciation

La spéciation, phénomène de différenciation des espèces, est acquise quand deux populations de même origine, après séparation et évolution indépendante, sont devenues incapables de se reproduire ensemble si elles sont de nouveau réunies, naturellement ou expérimentalement.

Les mécanismes mis en jeu seront analysés à partir d'exemples au choix : Marsupiaux, Pinsons des Galapagos, peuplement des îles Hawaï, Insectes... On mettra en évidence des causes d'isolement géographique : morcellement d'un vaste territoire par dérive des continents, fragmentation d'un écosystème par des destructions physiques ou des variations climatiques.

L'évolution génétique indépendante, à partir du même pool de gènes initial, des populations séparées, sera reliée aux

conditions offertes par les différentes niches écologiques disponibles qu'elles finissent par conquérir en totalité, souvent favorisées par l'absence des prédateurs facteurs de disparition dans le territoire originel. Ainsi l'évolution peut-elle atteindre le niveau de la spéciation.

Le phénomène de coévolution sera présenté comme l'évolution simultanée cohérente dans un écosystème d'un groupe d'espèces ayant des relations, à l'occasion de changements durables, des conditions écologiques.

Mention sera faite de la possibilité de spéciation sans isolement géographique par les mécanismes de la reproduction sexuée : modification du patrimoine génétique par hybridation et polyploïdisation .

II. Facteurs géologiques de l'évolution

1. L'évolution de l'atmosphère

L'étude, chronologique, rassemblera d'abord les données hypothétiques concernant la composition de l'atmosphère primitive, rapidement enrichie par le dioxyde de carbone issu du volcanisme. Son caractère réducteur, son état d'équilibre avec l'hydrosphère, l'absence d'oxygène permettant la pénétration des rayons ultra-violettes seront soulignés. L'existence de matières organiques sur les planètes et dans les météorites, les expériences de MILLER et d'OPARINE tendant à prouver la possibilité de synthèse de ces molécules organiques dans les conditions de l'atmosphère primitive, vers -4000 MA, à l'aide d'énergie cosmique, le rôle possible des argiles dans l'asymétrie des molécules seront mentionnés.

En se référant à la datation, l'apparition des grands types d'être vivants avec leurs relations trophiques vis-à-vis du carbone et de l'azote sera constamment associée aux modifications de l'atmosphère et de l'hydrosphère ainsi qu'aux faits de sédimentologie qui vont en dépendre.

Bien que l'évolution de l'atmosphère soit continue, quelques étapes majeures de celle-ci seront distinguées parallèlement aux étapes correspondantes de l'évolution biologique : étape des premières bactéries faisant encore fermenter des molécules d'origine inorganique, apparition de la photosynthèse anaérobie puis de la photosynthèse aérobie avec immobilisation immédiate de l'oxygène, début de l'accumulation de l'oxygène dans l'atmosphère (jusqu'à 1 %), acquisition de la respiration et constitution de la cellule eucaryote.

À chaque étape, seront mis en jeu :

- les êtres vivants présents tant pour leur structure que pour leur fonctionnement : existence du métabolisme fermentaire et/ou respiratoire, existence de la photosynthèse, possibilités de fixation de l'azote, de synthèse moléculaire et de résistance à l'oxygène ;
- les phénomènes évolutifs : coévolution accompagnant la diversification des niches écologiques ;
- la composition de l'atmosphère : teneur en oxygène, en dioxyde de carbone et en ozone ;
- les indicateurs géologiques : état de l'uranium et du fer dans les sédiments, présence de biohermes, nature de la sédimentation carbonatée et/ou phosphatée.

On signalera au cours de l'étude que, depuis -700 MA, l'évolution est celle des métazoaires, qu'au Cambrien, grande période de diversification (-550 MA), on note l'apparition rapide et brutale du phénomène coquiller dû probablement à une symbiose bactérienne ou à une incorporation de gènes bactériens, que le taux d'oxygène actuel a été atteint vers -400 MA.

Les données fondamentales suivantes seront dégagées au cours et au terme de cette étude :

- une étroite liaison existe entre l'évolution des êtres vivants et celle de l'atmosphère ; l'activité des êtres vivants modifie la composition de l'atmosphère qui, à son tour, force les êtres vivants à évoluer : la vie est la source de sa propre évolution ;
- l'oxygène issu de la photosynthèse devient libre et s'accumule dans l'atmosphère car il y a retard dans son recyclage géochimique en raison de l'enfouissement du carbone organique réduit ;
- les grandes étapes de l'évolution ont une signature géologique ; dépôts et constructions en sont les marqueurs ;
- la plus longue période de l'évolution n'intéresse que des procaryotes. Ce sont eux qui ont acquis les gènes fondamentaux du métabolisme (pigments, fixation de l'azote, glycolyse, cycle de l'acide citrique, fixation des carbonates et des phosphates). La cellule eucaryote, si riche en potentialités évolutives grâce au noyau et à la reproduction sexuée, rassemble une somme de gènes de procaryotes (endosymbiose) et peut en outre vivre en exosymbiose avec d'autres procaryotes.

2. La mobilité de la lithosphère

Un retour à la tectonique globale rappellera sommairement la cause de la dérive des continents, indiquera les mouvements des continents du Cambrien à nos jours en s'appuyant sur la migration des pôles, montrera les possibilités d'accroissement, de fragmentation ou de réunion des masses continentales et celle, pour un territoire donné, de passer au cours des temps sous diverses latitudes donc sous divers climats. Ainsi sera mise en évidence la possibilité de création ou d'évolution de niches écologiques susceptibles d'être occupées par des populations aux capacités génétiques convenables (radiations évolutives).

Deux exemples illustreront l'évolution de la vie, l'un à la suite d'une séparation, l'autre à la suite d'une réunion continentale.

Le rôle de l'isolement géographique dans le mécanisme de spéciation étant connu, on montrera l'évolution parallèle et distincte de la flore et de la faune, avec conquête de l'ensemble des niches écologiques, dans des masses continentales d'abord unies puis séparées par l'expansion océanique.

Après avoir indiqué que dans deux continents séparés des espèces phylogénétiquement différentes jouent le même rôle écologique, on montrera comment leur réunion influe sur l'évolution des grands groupes animaux en leur ouvrant de nouvelles niches écologiques et en modifiant les conditions de sélection naturelle par compétition entre espèces.

III. L'hominisation

« L'hominisation désigne l'ensemble des conditions de genèse de l'être humain, sa place dans la nature et, plus encore, le tour nouveau imprimé à l'histoire de la vie qui en résulte » (Encyclopedia Universalis).

L'Homme sera replacé au sein des Primates et, par comparaison, ses caractères originaux seront dégagés aux points de vue morphologique, développement et croissance, résultats de l'activité cérébrale (techniques, art et religion, communication, psychisme...). Sera soulignée sa capacité de prendre conscience du monde où il vit et de sa propre action, d'accumuler le savoir des générations successives, d'agir à l'échelle de la biosphère en reconquérant tous les biotopes via la technologie.

Sans description détaillée de toutes les formes, les grandes étapes de l'évolution des Hominidés seront dégagées à partir des

Australopithèques en liaison avec les conditions de milieu reconstituées, conditions qui ont été favorables à la poursuite du redressement dans un groupe qui avait déjà acquis la stature érigée. Les conséquences du redressement sur l'évolution coordonnée de la main et de l'encéphale seront soulignées ainsi que la rapidité de cette évolution, la portée de ses conséquences et son accélération à partir du néolithique. La recherche de l'origine du phylum des Primates n'est pas au programme.

En s'appuyant sur la précédente étude des parentés moléculaires, les mécanismes cytologiques et moléculaires de l'évolution seront recherchés (caryotypes des Primates, phylogénie moléculaire) et coordonnés avec les acquis de la Paléontologie.

IV. Vers une théorie synthétique de l'évolution

L'apparition de l'idée d'évolution et des premiers mécanismes proposés sera située dans le contexte philosophique et scientifique du XIX^e siècle, sans recourir à l'exposé exhaustif des différentes théories de l'évolution. On relèvera l'apport essentiel de chacun des premiers évolutionnistes en précisant que leurs idées sont apparues hors de toute connaissance des mécanismes de l'hérédité, *a fortiori* en biologie moléculaire.

Les faits précédemment étudiés seront rassemblés et enrichis de données complémentaires concernant la rapide adaptation des populations bactériennes actuelles aux nouvelles molécules organiques de synthèse et le pouvoir de sécrétion de nouveaux anticorps en réponse aux nouveaux antigènes.

L'ensemble des faits acquis en biologie et en géologie contribuera à mettre en évidence :

- l'importance des phénomènes d'exosymbiose et d'endosymbiose ;
- la plasticité du génome et ses causes, mutations géniques, mutations chromosomiques, gènes sauteurs, incorporation d'éléments génétiques mobiles (plasmides, virus et rétrovirus), réarrangement de l'ADN, répétition des gènes, d'où l'émergence de gènes structuraux et/ou régulateurs nouveaux ;
- l'importance fondamentale de l'apparition de la reproduction sexuée dans la diversification des patrimoines héréditaires ;
- l'idée que l'évolution, quelle que soit son échelle, relève des mêmes mécanismes génétiques ;
- l'idée que l'évolution est cumulative par intégration dans les nouveaux organismes des acquis précédents.

On conclura en montrant que l'évolution est actuellement considérée comme un fait dont les théories explicatives doivent prendre en compte les variations du patrimoine génétique et leur soumission aux fluctuations du milieu extérieur (modification du milieu ou installation dans une nouvelle niche écologique). On insistera sur le caractère aléatoire des modifications génétiques qui précèdent celle du milieu en précisant la notion de sélection naturelle à la lumière des connaissances modernes. On pourra indiquer brièvement que le génie génétique ne fait pas autre chose que d'exploiter ces processus à une échelle modeste : modification d'un patrimoine héréditaire et sélection des résultats (phase de recherche) avant expansion de la population (phase d'exploitation agronomique ou industrielle).

Le problème de l'extinction des phylums n'est pas au programme.

* * * * *

CLASSES DE SECONDES GÉNÉRALES ET TECHNOLOGIQUES (1992)

Principes généraux :

La Seconde est une classe charnière de notre système éducatif. Pour les élèves entrés au lycée d'enseignement général et technologique, elle voit s'opérer le choix d'une orientation vers une série de Première. Ceci détermine les objectifs de l'enseignement à ce niveau, et en particulier de celui de Sciences de la Vie et de la Terre.

L'enseignement de Sciences de la Vie et de la Terre en seconde vise plusieurs objectifs. Il doit permettre à tout élève **d'approfondir sa formation méthodologique**, notamment en développant sa maîtrise de la démarche expérimentale. Cette formation est indispensable à tout jeune, quelle que soit sa voie future, car elle aura à s'appliquer dans tous les domaines de la connaissance, y compris dans ceux qui ne sont pas habituellement considérés comme scientifiques [...].

ORGANISATION DU PROGRAMME

Le programme comporte 4 parties. La première partie présente la Terre comme planète originale parmi les planètes sœurs du système solaire. Un bref recours à la planétologie comparée permet de dégager ses originalités : l'eau notamment sous son état liquide, et la vie dans sa diversité. La Terre, « planète bleue », avec sa biosphère où l'Homme prend chaque jour une place plus importante, est ainsi située.

Cette partie, qui occupera quatre à cinq semaines, constitue une entrée en matière qui souligne d'emblée les interactions étroites entre Sciences de la Terre et de l'Univers et Sciences de la Vie.

Les deuxième et troisième parties, biologiques, du programme occuperont dix huit à vingt semaines. Elles sont centrées sur deux idées essentielles :

1. Les êtres vivants se caractérisent par l'accomplissement coordonné de fonctions liées à des structures : ce sont des êtres organisés (deuxième partie, durée conseillée : 14 à 15 semaines).

[...]

2. Le fonctionnement des êtres vivants est sous la double dépendance de leur programme génétique et des facteurs du milieu (troisième partie, durée conseillée : 4 à 5 semaines).

Cette idée est dégagée de l'étude limitée d'un exemple, celui de la production végétale, ouverte sur les pratiques humaines, et qui prépare, de ce fait, la partie suivante.

En effet, **la quatrième partie**, fondée sur l'étude de quelques milieux et interfaces fragiles de la Terre soumis à l'action de l'Homme et de l'Humanité en forte croissance, est orientée, à travers deux exemples, vers les problèmes de **l'environnement**. Elle occupera huit à dix semaines. Pour permettre une approche scientifique de l'environnement et en faire découvrir aux élèves toutes les complexités et dimensions, les deux exemples à traiter, souvent en liaison avec l'enseignement de Chimie qui l'aborde de manière complémentaire, sont :

- **L'étude de l'approvisionnement en eau douce**, fondée sur celle, la plus concrète possible, d'un aquifère ou d'un réservoir de

surface, et sur celle des solutions mises en œuvre pour assurer protection et gestion des réserves ;
- **Pétude d'un sol** en tant qu'interface entre géosphère, atmosphère et biosphère, et en tant qu'écosystème en équilibre fragile, sensible à son exploitation par l'Homme qui doit trouver les solutions adaptées à sa protection et à sa conservation.
[...]

PLANÈTE TERRE, VIE ET ENVIRONNEMENT

Première partie

Les singularités de la planète Terre

(Durée conseillée : 4 à 5 semaines)

Cette partie constitue une entrée en matière pour l'ensemble du programme de la classe de seconde générale et technologique. Elle s'appuie sur les acquis des classes du Collège, notamment ceux du programme de Géologie de la classe de Quatrième. Elle sert de base à la formulation de problèmes étudiés dans la suite du programme, tout particulièrement de ceux relatifs à l'environnement, qui doivent être perçus, dès à présent dans leur globalité. L'idée de diversité du monde vivant, approchée ici, sera développée au cours de l'étude du sol.

Contenus

A. La Terre comparée aux autres planètes du système solaire : mise en évidence de quelques originalités

- Océans, continents et trace d'activité interne
- Enveloppes externes : atmosphère, hydrosphère, lithosphère, biosphère
- Importance de l'eau

Objectifs cognitifs

* La surface terrestre est marquée par la dualité océans-continents absente des autres planètes. D'autres planètes et la lune montrent de très nombreux impacts météoriques, rares sur Terre.

* La terre porte des traces d'une activité interne : volcans, cassures, chaînes de montagnes.

Une activité interne est soupçonnée sur d'autres planètes (Vénus, Mars) ou satellites (Io).

* La Terre présente plusieurs enveloppes externes : atmosphère, hydrosphère, lithosphère, biosphère, caractérisées par leurs compositions et leurs propriétés physiques et chimiques. Sur d'autres planètes existent des atmosphères de compositions très différentes.

* La présence d'eau sous ses divers états (gazeux, liquide, solide) est une caractéristique de la planète Terre. C'est une des molécules les plus importantes tant par son abondance que par ses propriétés. Mars révèle des traces qui indiquent que l'eau a pu s'y trouver à l'état liquide. On y trouve actuellement de la glace dans les calottes polaires. D'autres planètes plus lointaines sont constituées pour une grande part de glace d'eau.

* Atmosphère et hydrosphère sont animées de mouvements divers et variables (vents, courants, boules) résultant de forces dont l'origine principale est liée à l'inégale répartition de l'énergie solaire parvenant à la surface du globe. Cette activité externe a été partiellement responsable de l'effacement des impacts météoriques. Des mouvements sont aussi observés dans les atmosphères d'autres planètes (Vénus, Mars).

Activités envisageables

- Observation (essentiellement analogique) d'une image satellitaire de la Terre (Landsat ou Spot ou Météosat) pour montrer l'opposition continents-océans.
- Étude d'images ou de données des sondes spatiales (Mariner, Venera, Magellan, Appolo, Voyager...) pour quelques planètes du système solaire et la Lune.
- Recherche au CDI d'images et de données concernant les autres planètes.
- Recherche des marques d'activité interne (volcans, montagnes, grandes fractures) sur Terre et sur d'autres planètes.
- Utilisation et comparaison de données chiffrées (tableaux) concernant les différentes enveloppes. Définition (et/ou mesure) de leurs propriétés physiques et chimiques.
- Recherche et mise en évidence au laboratoire de quelques propriétés de l'eau. Mise en évidence simple de mouvements atmosphériques ou océaniques.

Contenus

B. Biosphère

- 1- Diversité du vivant et peuplement des milieux
- 2- L'écosystème, niveau d'organisation du monde vivant

Objectifs cognitifs

* La planète Terre est caractérisée par la présence d'organismes vivants. Aucune activité d'être vivant n'a été décelée sur d'autres planètes.

1* La diversité du monde vivant, résultat de l'évolution des espèces, permet le peuplement des milieux les plus variés, même les plus inhospitaliers.

2* Dans un milieu donné, les êtres vivants sont interdépendants, en particulier sur le plan trophique.

Dans la plupart des milieux, les végétaux chlorophylliens constituent le premier maillon des réseaux trophiques.

Activités envisageables

- 1- Observation d'un milieu sur le terrain ou à partir de documents : identification de quelques espèces illustrant la diversité, constat de relations entre ces espèces.
 - Étude de documents montrant la présence d'êtres vivants divers dans tous les milieux, même ceux dont les caractéristiques sont les plus extrêmes.
- 2- Établissement d'un réseau trophique dans l'un des milieux étudiés.

Contenus

C. L'originalité de la Terre en relation avec sa masse et sa distance au Soleil

Objectifs cognitifs

* La distance au Soleil détermine la température sur Terre, et la masse de la Terre conditionne, d'une part son énergie interne et en conséquence son activité et, d'autre part la force de l'attraction qu'elle exerce sur son atmosphère et qui lui permet de la conserver.

Activités envisageables

- Construction d'une maquette, à l'échelle, du système solaire ;

Deuxième partie

Organisation fonctionnelle des êtres vivants

(Durée conseillée : 14 à 15 semaines)

A. Fonction de nutrition et organisation chez un végétal chlorophyllien vasculaire

L'étude de la nutrition des végétaux chlorophylliens sert de support pour établir le lien fonction-structure. Elle est aussi amplement justifiée pour elle-même, compte tenu de l'importance de la production de matière organique par les végétaux chlorophylliens pour le fonctionnement des écosystèmes et pour l'alimentation animale et humaine.

On a atteint au Collège et retrouvé, à travers l'étude effectuée sur la biosphère dans la première partie du programme, un premier niveau de compréhension des notions de production primaire et de production secondaire. Ces pré-acquis, mobilisés, serviront de point de départ pour formuler les problèmes abordés ici.

Ne sont pas au programme : les mécanismes cellulaires d'absorption de l'eau et des ions minéraux, les mécanismes de la conversion de l'énergie lumineuse en énergie chimique, et donc l'intervention de l'ATP.

On se limite au bilan global de la photosynthèse, en tenant compte des connaissances acquises en Chimie. Le niveau des connaissances concernant les glucides, lipides et protéides est celui de la classe de Troisième.

Contenus

- 1- Autotrophie du végétal chlorophyllien.
- 2- Activité photosynthétique des cellules chlorophylliennes ; la feuille, organe photosynthétique.
- 3- Approvisionnement en matières premières ; divers types cellulaires impliqués.
- 4- Utilisation par toutes les cellules du végétal chlorophyllien des molécules provenant de la photosynthèse.

Objectifs cognitifs

- 1- Les végétaux chlorophylliens effectuent à la lumière la synthèse de leurs molécules à partir de substances minérales : CO_2 , H_2O , ions.
- 2- La synthèse de molécules organiques résulte de réactions chimiques qui se déroulent dans les chloroplastes des cellules chlorophylliennes et conduisent également à la production de dioxygène.
- 3- *Chez les plantes enracinées, l'eau et les ions minéraux sont puisés dans le sol grâce à une grande surface absorbante, au niveau des racines. La solution absorbée constitue la sève brute.
* La sève brute circule dans les vaisseaux ligneux.
* La transpiration foliaire est le moteur essentiel de l'ascension de la sève brute
* Le dioxyde de carbone pénètre au niveau des orifices stomatiques qui interrompent la continuité de l'épiderme foliaire, puis dans les cellules chlorophylliennes sous forme dissoute.
- 4- Une partie des molécules organiques provenant de la photosynthèse est utilisée par les cellules chlorophylliennes elles-mêmes, notamment pour effectuer la synthèse de leurs divers constituants. Le reste circule dans les tubes criblés du phloème, sous forme de molécules en solution dans la sève élaborée. Ces molécules servent aux synthèses, dans tous les tissus. Elles servent également à la constitution des réserves nécessaires à la pérennité de la plante et de l'espèce.

Activités envisageables

- 1- Cultures hors-sol : réalisation ou observation de documents. Exploitation des résultats.
- 2- Recherche d'amidon dans les feuilles panachées ou non, placées dans différentes conditions.
Réalisation de préparations microscopiques permettant l'observation de chloroplastes dans une cellule et le repérage de l'amidon à leur niveau.
Mise en évidence d'échanges gazeux spécifiques des organes chlorophylliens éclairés : absorption de CO_2 et rejet de O_2 .
- 3- Observation microscopique de poils absorbants, de mycorhizes, de nervures, de coupes de racines, de tiges, de feuilles.
- Expériences avec le potomètre.
- Mise en évidence de l'ascension d'un colorant à travers une plante.
- Mise en évidence de la transpiration foliaire.
- Réalisation et observation de préparations microscopiques d'épiderme stomatique.
- Observation de préparations microscopiques de coupes transversales de feuilles montrant des chambres sous-stomatiques.
- 4- Observation de tubes criblés.
- observation et mise en évidence de réserves dans des graines, des fruits, des organes souterrains.
Les notions suivantes correspondent à un bilan sur les niveaux d'organisation du végétal chlorophyllien vasculaire. Elles sont à dégager progressivement au cours de l'étude, ou à la fin de celle-ci.
- Un organisme végétal pluricellulaire possède une organisation fonctionnelle.
- Il est formé d'organes dont le fonctionnement met en jeu l'action coordonnée de diverses populations de cellules spécialisées assemblées de façon déterminée.
- Il est formé de cellules comportant toutes les mêmes constituants : noyau, cytoplasme, membrane, et entourées d'une paroi. La spécialisation des cellules est liée à des particularités de leur organisation, par exemple à la présence de chloroplastes.

- Dans la plante, il existe entre les cellules un milieu extracellulaire qui contribue à leur cohésion et à la circulation de substances.

B- Communication et organisation chez un animal

La présentation initiale d'une ou deux réactions comportementales sert à mobiliser les acquis du Collège : communication, stimuli et organes récepteurs, organes effecteurs, voies et centres nerveux. Elle permet de poser les problèmes à traiter et de prévoir les investigations à entreprendre.

L'étude de la communication nerveuse et celle de la communication hormonale au sein de l'organisation incluront le niveau cellulaire. Les aspects ultra-structuraux et ioniques, ainsi que le détail des aspects moléculaires, relèvent de la classe de Terminale. La notion de récepteur apparaît indispensable pour comprendre la communication. En revanche, les mécanismes et les conséquences de l'interaction entre neurotransmetteurs et récepteurs, entre hormones et récepteurs, ainsi que la nature chimique de leurs molécules ne sont pas au programme.

L'idée d'un traitement de l'information par les centres nerveux – intégration nerveuse – sera rendue accessible aux élèves à travers ses seules manifestations au niveau des effecteurs ; l'étude des mécanismes d'intégration au niveau des synapses est exclue.

L'exemple choisi pour l'étude de la communication hormonale ne concerne que le développement ou la croissance. L'étude du déterminisme de la sécrétion des hormones, celle des régulations, relèvent de la classe de Terminale.

Il convient de saisir toute occasion de souligner les liens entre les notions ci-dessous et leurs applications dans le domaine de la santé, sans toutefois dépasser le niveau des notions tel qu'il est explicité ici.

Contenus

1. Communication nerveuse

- Transmission et traitement de l'information : voies et centres nerveux, messages nerveux.

Objectifs cognitifs

** La communication nerveuse permet à l'organisme animal de réagir de façon adaptée à son environnement. Elle est fondée sur l'existence de liaisons anatomiques.*

** La communication nerveuse se manifeste par des combinaisons de signaux électriques enregistrables constituant des messages. Ces messages sont rapidement conduits dans un seul sens par des chaînes de neurones, cellules spécialisées, organisées en réseaux.*

** Les corps cellulaires des neurones sont regroupés dans les centres et les ganglions nerveux. Des fibres nerveuses relient les centres nerveux entre eux et aux organes périphériques.*

** Les neurones communiquent entre eux et avec les cellules effectrices par de multiples synapses. À leur niveau, l'association neurotransmetteur-récepteur assure la transmission des messages.*

** Grâce aux connexions nerveuses entre neurones, les centres nerveux traitent l'information reçue – intégration nerveuse – et élaborent des messages nerveux originaux dirigés vers des effecteurs déterminés, mis en jeu de façon coordonnée.*

Activités envisageables

Dissection d'un Vertébré et/ou d'un invertébré mettant en évidence des liaisons anatomiques entre capteurs, centres nerveux et effecteurs.

- EXAO :
- enregistrement ou observation de potentiels complexes et de messages nerveux (Vertébrés et/ou invertébrés),
- enregistrement ou observation de potentiels complexes de part et d'autre d'un centre ou d'un ganglion nerveux.
- Réalisation et/ou observation :
- de coupes transversales de moelle épinière et de nerfs,
- de dilacérations de nerfs, de prélèvements de substance grise et de substance blanche,
- de boutons synaptiques.

Contenus

2. Communication hormonale

- Messagers et messages hormonaux. Supports de la communication hormonale.

Objectifs cognitifs

** Dans un organisme, des populations cellulaires différentes peuvent communiquer entre elles par des messages hormonaux.*

** Une hormone est une substance produite par des cellules en général de glandes endocrines. Elle est libérée en faible quantité dans le milieu intérieur qui la véhicule. Elle se fixe sur des récepteurs de certaines cellules dites cellules-cibles, dont elle modifie l'activité.*

** Le message hormonal est lié au taux de l'hormone à un moment donné dans le milieu intérieur.*

Activités envisageables

Observations microscopiques de glandes endocrines : testicule ou thyroïde, par exemple.

- Exploitation de résultats expérimentaux : conséquences d'ablations, de greffes, d'injections d'extraits d'organes...

Les différentes populations cellulaires qui constituent l'organisme animal fonctionnent de manière intégrée, grâce à la communication nerveuse, assurée par des cellules spécialisées, et à la communication hormonale, assurée par des hormones libérées dans le milieu intérieur.

Les notions suivantes constituent un bilan pour la deuxième partie :

- Les organismes pluricellulaires animaux et végétaux résultent de l'association de populations cellulaires spécialisées dans l'accomplissement de diverses fonctions, assemblées de façons déterminées.

- Un milieu extracellulaire assure la cohésion et la circulation de substances entre les cellules.
- Les modalités de coopération et de communication intercellulaires, en particulier par l'intermédiaire du milieu extracellulaire, aboutissent à une intégration fonctionnelle caractéristique des systèmes vivants.

Troisième partie **Production végétale, programme génétique, milieu** (Durée conseillée : 4 à 5 semaines)

La production végétale est choisie comme exemple pour illustrer les relations entre le fonctionnement d'une plante, son programme génétique et les facteurs du milieu, en cohérence avec la partie IIA, en raison des occasions qu'elle offre :

- de parcourir des démarches expérimentales et de consolider la formation des élèves dans ce domaine ;
- de relier les connaissances scientifiques et leurs applications dans les activités humaines.

L'étude s'effectue à partir de deux exemples de pratiques humaines, locales autant que possible :

- L'un, culture sous abri ou hors sol par exemple, sensibilise à l'importance des facteurs du milieu pour la production végétale. L'étude expérimentale se limite à l'influence de deux d'entre eux, au choix du professeur, sur l'intensité de la photosynthèse. La notion de facteur limitant est dégagée.

- L'autre, culture in vitro, illustre, dans le prolongement de la classe de Cinquième, la possibilité d'obtenir une grande quantité de plantes identiques, donc possédant le même programme génétique, à partir de cellules ou d'amas cellulaires provenant de plantes sélectionnées. La possibilité très limitée de clonage chez les animaux est à mentionner. Le lien entre programme génétique et caractéristiques observables de la plante est considéré comme admis. Le niveau des notions de génétique utilisées n'excède pas celui de la classe de Troisième.

Les pratiques humaines visant à améliorer la production prennent en compte l'ensemble des connaissances sur le fonctionnement du végétal.

L'étude de ce sujet se prolonge lors de celle du sol, réservoir d'eau et d'ions minéraux mobilisables. Il convient de saisir les occasions qu'elle offre d'amorcer une réflexion argumentée sur les chances et les risques, pour l'environnement et pour l'Homme, du pouvoir acquis par celui-ci d'agir sur les facteurs de la production végétale.

Contenus

- 1- Multiplication de plantes performantes**
- 2- Recherche de la performance maximale par action sur les facteurs du milieu**

Objectifs cognitifs

1- Bien que spécialisées, les cellules d'un organisme pluricellulaire possèdent le même programme génétique. Chez les végétaux, à partir d'un groupe de cellules, voire d'une seule cellule, on peut obtenir un organisme entier identique à la plante-mère : les cellules ont gardé leur totipotence. Cette technique – clonage – permet d'obtenir rapidement un grand nombre de plantes identiques.

2- La production végétale dépend des facteurs externes. Elle est limitée par le facteur dont la valeur est la plus éloignée de son optimum : le facteur limitant. En agissant sur le ou les facteurs limitants par des pratiques culturales, l'Homme peut optimiser la production d'une espèce végétale.

Activités envisageables

- 1- Visite d'établissements horticoles ou exploitation de documents.
 - Réalisation de cultures in vitro.
- 2- Exploitation de données concernant les cultures.
 - Étude expérimentale de l'action de deux facteurs (éclairage, concentration du milieu en dioxyde de carbone ou en hydrogencarbonates, température...) sur l'intensité de la photosynthèse (EXAO ou autres moyens).

Quatrième partie **Milieus et interfaces fragiles de la planète Terre :** **action de l'Homme ; grands problèmes de l'environnement** (Durée conseillée : 8 à 10 semaines)

La quatrième partie a pour objectif de faire comprendre, à partir de deux exemples choisis, que certains milieux et interfaces terrestres sont en équilibre dynamique fragile.

L'action quotidienne de l'Homme et de l'Humanité en forte croissance s'exerce sur ces milieux en modifiant leurs équilibres et donc l'environnement.

La gestion de l'environnement nécessite la connaissance précise des milieux, de leur dynamique, des interactions complexes avec la biosphère. Elle s'exerce à toutes les échelles, locale, régionale, globale. À partir de l'étude scientifique de l'eau, d'un sol, on conduit les élèves vers une prise de conscience de leur responsabilité dans cette gestion désormais nécessaire.

Contenus

- A. Approvisionnement en eau et gestion des réserves**
 - 1 Importance
 - 2 Recherche, stockage, exploitation et gestion
 - 3 Pollution
 - 4 Protection, épuration

Objectifs cognitifs

- 1- L'eau douce est une ressource naturelle renouvelable, vitale, dont on doit préserver la qualité. Les besoins sont considérables ; l'Homme la puise dans les cours d'eau, dans des réservoirs souterrains naturels (les aquifères) ou la stocke dans des réservoirs superficiels, naturels ou construits.
- 2- La gestion des réserves nécessite la connaissance rigoureuse des trajets de l'eau, des mécanismes de renouvellement, des possibilités de stockage, des lieux et taux de prélèvement.
- 3- Les réservoirs souterrains et superficiels sont sensibles aux pollutions biologiques ou chimiques (nitrates, pesticides, radionucléides...).
- 4- Une protection des réservoirs et un traitement des eaux usées sont de plus en plus indispensables. Les matières organiques polluantes peuvent être dégradées (minéralisation) sous l'action de micro-organismes ; c'est l'auto-épuration. L'Homme utilise notamment les propriétés de ces micro-organismes dans le traitement des eaux usées.

Activités envisageables

- 1- Étude d'un exemple local ou régional, au choix de l'enseignant, de nappe phréatique ou d'un réservoir (naturel ou construit) à partir d'observations sur le terrain et/ou de données cartographiques, de mesures piézométriques, de données hydrologiques...
- 2- Étude expérimentale de la porosité, de la perméabilité de roches...
 - Construction de modèles analogiques de nappes, utilisation de modèles informatiques d'écoulement souterrain, de nappes.
- 3- Étude d'un cas de pollution. Recherche par exemple, d'indices biotiques.
 - Observation d'organismes indicateurs de pollution.
 - Mise en évidence d'une DBO (demande biologique en oxygène) ou d'un DCO (demande chimique en oxygène)
- 4- Étude d'un exemple de traitement.
 - Mise en évidence d'une auto-épuration.
 - Visite de captages pourvus d'aires de protection.
 - Visite d'une station d'épuration.

Contenus

B. Les sols, leur rôle dans la production primaire ; conservation et protection des sols

- 1- Importance
- 2- Origine
- 3- Organisation et évolution
- 4- Action de l'Homme, dégradation, protection

Objectifs cognitifs

- 1- Les sols, interfaces entre géosphère, atmosphère et biosphère, sont des écosystèmes fragiles dans leurs équilibres. Ils servent de support aux végétaux qui y trouvent une grande partie de l'eau et des ions qui leur sont nécessaires. Supports de la production végétale, ils sont essentiels pour l'Homme et son environnement.
- 2- Un sol est le résultat de l'altération superficielle d'une roche (roche-mère) sous l'action combinée des facteurs climatiques (précipitations, température) et des êtres vivants.
- 3- Les composants du sol sont de nature minérale (sables, limons, argiles) et organique (débris organiques, humus).
Un sol est généralement organisé en horizons caractérisés par leur texture (reflet de la composition minéralogique) et leur structure (organisation liée au complexe argilo-humique). Il se forme généralement sur place par départ d'éléments chimiques et/ou transformation des minéraux de la roche-mère. Texture et structure confèrent au sol ses propriétés physico-chimiques : porosité, perméabilité, richesses en cations échangeables...
Les êtres vivants du sol (plantes, animaux, bactéries) agissent sur l'évolution d'un sol en particulier dans la formation d'humus (humification) et la minéralisation.
L'existence et la qualité d'un sol résultent de l'équilibre dynamique entre apports renouvelés et disparition permanente de substances organiques et minérales.
- 4- L'Homme intervient sur l'évolution du sol par soustraction de matière organique ou apport d'éléments minéraux. Il peut provoquer la dégradation de certains sols et être à l'origine de leur érosion.
Dégradation et érosion ont des conséquences néfastes sur les êtres vivants, les nappes d'eau souterraines, la production végétale... Il est indispensable de protéger les sols contre ces dégradations sous peine de modifications écologiques graves.

Activités envisageables

- 2- Observation sur le terrain d'une coupe de sol.
 - Mise en évidence des horizons du sol, de la texture et de la structure.
- 3- Étude au laboratoire des propriétés physiques et chimiques du sol.
 - Mise en évidence de l'évolution d'un sol (dans une même région) par exemple par évolution de la teneur en Ca^{2+} .
 - Recherche des êtres vivants du sol.
 - Étude expérimentale simple de leur action dans le sol (cultures...)
 - Établissement du réseau trophique de l'écosystème sol.
- 4- Analyse d'un cas de dégradation de sol et de ses conséquences (à partir d'observations directes de l'analyse de données sur des images satellitables ou photographies aériennes). Influence sur les nappes d'eau, sur la production.

CLASSE DE PREMIÈRE SCIENTIFIQUE (1993)

matière dominante

1- Orientations

L'approfondissement des concepts, le développement des activités expérimentales, dans un ensemble de contenus large, fondent une véritable formation **scientifique**. Les acquis méthodologiques, prioritaires en classe de Seconde, sont ici réinvestis et

renforcés.

L'année scolaire est consacrée pour les deux tiers à l'enseignement de Sciences de la Vie, pour un tiers à l'enseignement de Sciences de la Terre. Sciences de la Vie et Sciences de la Terre, très intégrées en Seconde, sont plus individualisées en Première S. À travers les deux disciplines, il convient de mettre l'accent sur **l'unité des méthodes** (démarche scientifique, méthode expérimentale, recours aux concepts et aux techniques de la Physique et de la Chimie...) et sur leur spécificité, notamment sur la place et les limites de la modélisation dans chacune d'elles. Les complémentarités et les interpénétrations de connaissances doivent être soulignées, entre Sciences de la Vie et Sciences de la Terre d'abord, ensuite entre Sciences de la Vie et de la Terre d'une part, Physique-Chimie et autres disciplines d'autre part.

Ainsi, la **notion d'énergie** constitue un dénominateur commun important des programmes de Sciences de la Vie et de la Terre et de ceux de Physique, et surtout de Chimie.

En Sciences de la Vie, l'ensemble du programme est construit autour du **triptyque « matière-énergie-information »**, référence permanente pour construire la compréhension du vivant, du niveau cellulaire à celui de l'écosystème et de la biosphère.

L'enseignement s'appuie sur **les acquis du Collège et de la Seconde**. Il convient de mettre les élèves (grâce à des documents, par exemple) en mesure de se remémorer les schémas conceptuels acquis les années précédentes, au moment nécessaire pour fonder les problèmes et aborder les sujets du programme.

Les explications impliquent des **connaissances physico-chimiques**. Ou bien celles-ci sont acquises en Physique-Chimie et réinvesties ici (exemple oxydoréductions) ce qui nécessite une coordination entre les enseignants concernés, ou bien elles sont introduites, de façon simple, selon les besoins, par le professeur de Sciences de la Vie et de la Terre (exemple: protéines) dans une perspective fonctionnelle.

Le programme de **Sciences de la Vie** comporte deux parties. Au terme de la première, les élèves doivent avoir saisi en quoi **les caractéristiques fonctionnelles des systèmes vivants au niveau cellulaire** permettent d'expliquer quelques aspects fondamentaux de la biologie et de la physiologie des organismes.

À l'issue de la deuxième partie, les connaissances sur **l'interdépendance des êtres vivants et leurs relations avec le milieu** doivent permettre une prise de conscience de la responsabilité humaine dans **la gestion de l'environnement**.

En Sciences de la Terre, les contenus sont centrés sur le thème général « **la Terre et l'Énergie** » : énergie externe (d'origine solaire) et énergie interne, leurs propriétés et leurs rôles dans les différents mouvements de matière qui caractérisent la Terre comme entité dynamique et différenciée en constante évolution. L'approche théorique de ces contenus se développera à partir d'observations et d'expérimentations, en évitant tout excès de formalisme.

Le recours privilégié aux méthodes d'investigation propres aux Sciences de la Terre, la maîtrise de leur vocabulaire, le maniement des échelles de grandeur appropriées, l'approfondissement suffisant des notions abordées jusque dans leurs composantes physiques et chimiques, à introduire au fur et à mesure des besoins, doivent procurer aux élèves les compétences et l'ouverture d'esprit nécessaires à la compréhension des interactions complexes et évolutives qui caractérisent l'environnement.

2 - Indications méthodologiques

La plupart des parties du programme se prêtent particulièrement à **un enseignement expérimental rénové reposant sur des activités pratiques**, classiques et fondées sur des technologies nouvelles d'information et de communication. Ces activités pratiques sont essentielles.

Au cours des séances de travaux pratiques, comme en classe de Seconde mais avec un degré d'initiative accru, **l'élève construit activement son savoir, acquiert des méthodes et des techniques** en élaborant et en conduisant, seul, en équipe ou collectivement, une démarche d'investigation explicative des phénomènes étudiés.

Des groupes d'élèves peuvent **réaliser simultanément des activités différentes et complémentaires** dès lors qu'elles sont clairement situées dans une démarche d'investigation bien identifiée, qu'elles préparent une mise en commun et une confrontation des résultats, et qu'elles alimentent la compréhension d'un même phénomène. Un tel partage des tâches dans un projet commun, formateur au travail en équipe, permet de **valoriser l'apport et l'esprit créatif des élèves**. Toute activité pratique étant intégrée dans la démarche relative au problème traité, **cours et TP, sont articulés**. Prolongeant les travaux pratiques, le cours est l'occasion alternativement de phases dialoguées et d'exercices personnels, notamment à partir de documents, et de mises au point magistrales permettant aux élèves de disposer de traces claires du savoir à mémoriser.

Les évaluations, en cours comme en fin d'apprentissage, sont programmées de manière à permettre d'exercer et de tester les capacités des élèves, à la fois à mobiliser et à appliquer les connaissances du programme, et à mettre en œuvre les méthodes et techniques qui pourront faire l'objet d'un contrôle en fin de scolarité.

L'utilisation souple de listes d'objectifs de référence, la définition de critères de réussite qui relèvent de la responsabilité pédagogique du professeur, peuvent contribuer à l'efficacité de la formation et à l'objectivité de l'évaluation.

Le module, qui concerne tous les élèves, permet de développer des activités plus autonomes. Il peut donner lieu à des exercices, pratiques ou non, complémentaires de ceux du TP ou du cours, mais plus personnalisés, correspondant mieux aux intérêts et aux besoins des élèves (investigation complémentaire autonome sur un point du sujet étudié en cours et TP, entraînement à propos d'une méthode, remédiation...).

L'activité dans le cadre du module porte sur le programme enseigné en TP et cours (programme de Sciences de la Vie et de la Terre, matière dominante) ; les activités en cours, TP, et module sont articulées.

Première partie : Matière, énergie et information génétique à l'échelle de l'organisme.

A. Édification de l'organisme, maintien de son identité biologique et information génétique.

(Durée conseillée : 13 à 14 semaines)

Dans cette partie du programme, on montre que l'édification d'un organisme ainsi que le maintien de ses caractéristiques nécessitent une utilisation, conforme à son **programme génétique**, de nutriments, sources de **matière et d'énergie**.

L'étude se situe chez les Mammifères et elle s'appuie sur la mobilisation des acquis du Collège, notamment sur ceux de la classe de

Troisième – rôle des nutriments, sources de matière et d'énergie, chromosomes, supports d'une information codée, reproduction conforme – et sur ceux de la classe de Seconde – organisation fonctionnelle des êtres vivants –.

Ne sont pas au programme : les étapes du développement embryonnaire, la structure du placenta, les mécanismes des échanges placentaires, l'organisation fine des chromosomes, l'étude détaillée de la réplication de l'ADN, les mécanismes de la mitose (élaboration du fuseau de division, mécanismes de déplacement des chromosomes) ainsi que sa régulation.

Dans ce chapitre, l'enseignement s'ouvre, chaque fois que cela est possible, aux implications et aux applications dans le domaine de la santé.

Contenus

- 1- Identité biologique des organismes.
- 2- L'ADN, support de l'information génétique. Reproduction conforme ; cycle cellulaire.
- 3- Le renouvellement moléculaire
- 4- Synthèse des protéines et information génétique ; code génétique.
- 5- Les enzymes, agents de catalyse
- 6- Identité biologique et génotype

Objectifs cognitifs

- 1 - L'édification d'un organisme et le maintien de ses caractéristiques sont sous la dépendance du programme génétique.
 - Au cours du développement de l'œuf, la multiplication, la différenciation et les migrations des cellules aboutissent à l'édification d'un être organisé, original au sein d'une espèce donnée. Cette édification nécessite des matériaux peu diversifiés qui sont source de matière et d'énergie.
 - La plupart des cellules d'un organisme sont constamment remplacées et leurs caractéristiques sont maintenues.
 - Les cellules résultant d'une mitose contiennent la même information génétique, portée par les chromosomes issus d'une duplication préalable. Ainsi est assuré le maintien de l'identité biologique au cours du développement et du renouvellement et du renouvellement cellulaire.
- 2- Chaque chromosome contient une molécule d'ADN – acide désoxyribonucléique – associée à des protéines.
 - L'information génétique est contenue dans l'ADN.
 - Les propriétés de la molécule d'ADN sont liées à sa structure :
 - * une molécule d'ADN est un polydésoxyribonucléotide formé par deux brins enroulés en hélice, associés par des liaisons faibles entre bases complémentaires ;
 - * le codage de l'information réside dans la séquence des nucléotides ;
 - * la réplication de l'ADN est fondée sur la complémentarité des bases.
 - La réplication de l'ADN s'effectue selon un mécanisme semi-conservatif, au cours de l'interphase du cycle cellulaire. Les mécanismes de la mitose aboutissent à doter chaque cellule qui en est issue d'une copie de chaque molécule d'ADN de la cellule initiale.
- 3- Les molécules constitutives de toutes les cellules se renouvellent constamment, que ces cellules aient gardé ou non le pouvoir de se diviser. Leurs caractéristiques sont maintenues malgré ce renouvellement. Grâce à cet équilibre dynamique, les êtres vivants présentent une permanence de leurs structures, à tous les niveaux d'organisation.

La synthèse permanente de molécules au sein des cellules compense les pertes inéluctables dues aux continues dérogations des matériaux intra et extracellulaires. Le renouvellement moléculaire nécessite de l'énergie.

 - Les molécules nécessaires au renouvellement des constituants organiques des cellules proviennent de la digestion (nutriments) ou de la dégradation des macromolécules cellulaires. Elles peuvent aussi être synthétisées à partir d'autres types de molécules organiques. Quand cette synthèse n'est pas possible, ces molécules doivent être fournies par l'alimentation. C'est le cas de certaines acides gras et de certains acides aminés.
 - Les protéines sont des constituants organiques essentiels de tous les organismes vivants. Ce sont des macromolécules caractérisées par l'alignement spécifique (séquence) des acides aminés qui les constituent. Les autres constituants sont des glucides et des lipides.
 - Toutes les réactions chimiques indispensables au renouvellement cellulaire sont catalysées par des enzymes. Toutes les enzymes sont des protéines. La synthèse des protéines enzymatiques par les cellules conditionne le renouvellement moléculaire.
- 4- Lors de la synthèse des protéines structurales et enzymatiques, la séquence des acides aminés est imposée par l'information génétique, codée dans la molécule d'ADN.
 - Une molécule d'ADN d'un chromosome est le support de milliers de gènes. Un gène est défini comme un fragment d'un brin d'ADN codant pour un polypeptide donné.
 - L'expression de l'information génétique se fait en deux étapes : transcription et traduction. Ces deux étapes nécessitent des enzymes et de l'énergie.
 - La transcription permet la synthèse de molécules d'acide ribonucléique –ARN– messenger à partir d'un gène. L'ARN messenger transmet l'information génétique du noyau au cytoplasme.
 - La traduction permet la synthèse cytoplasmique de chaînes polypeptidiques dans lesquelles la séquence des acides aminés est imposée par celle des nucléotides de l'ARN messenger. Elle nécessite le décryptage des codons de l'ARN messenger, au niveau des ribosomes.
 - C'est la séquence des acides aminés qui détermine la structure spatiale d'une protéine, indispensable à son activité. Certaines des protéines synthétisées sont réparties dans la cellule et utilisées. D'autres sont exportées dans le milieu extracellulaire après passage par les cavités du reticulum endoplasmique, puis des dictyosomes.
- 5- L'équipement enzymatique d'une cellule conditionne les réactions qui s'y produisent.
 - Toutes les enzymes sont des catalyseurs biologiques :
 - * elles augmentent la vitesse des réactions chimiques sans subir elles-mêmes de modifications ;
 - * elles n'agissent que dans certaines conditions de température et de pH ;
 - * elles sont spécifiques d'un substrat, molécule dont elles catalysent la transformation ;
 - * elles sont spécifiques d'un seul type de réaction.
 - Leur fonction est liée à leur structure. La complémentarité entre une zone de la molécule enzymatique – le site actif – indispensable à la réalisation de la réaction et une zone correspondante de la molécule de substrat permet la formation du complexe enzyme-substrat, étape indispensable à la réalisation de la réaction.
- 6- Les protéines structurales et enzymatiques, produits de l'expression des gènes, sont à l'origine du phénotype de l'individu.
 - Les protéines structurales et enzymatiques, produits de l'expression des gènes, sont à l'origine du phénotype de l'individu.

- *Au sein d'une espèce, un gène existe sous plusieurs formes ou allèles.*
- *L'identité biologique d'un organisme résulte de la combinaison des allèles des gènes de l'espèce qu'il possède.*

Activités envisageables

- 1- Documents audio-visuels montrant des développements embryonnaires.
 - Analyse de caryotypes de deux Mammifères.
 - Exploitation de résultats de greffes (entre vrais jumeaux, entre faux jumeaux...).
 - Tableaux de composition de sang montrant la nature des échanges placentaires.
 - Observation de coupes de peau, de coupes de peau en régénération, de frottis de moelle osseuse.
 - Culture de tissus.
 - Réalisation et observation de préparations microscopiques : exploitation de document faisant apparaître des figures de mitose.
 - Observation d'électronographies de chromosomes en cours de duplication.
- 2- Confection et utilisation de maquettes ;
 - Utilisation de logiciels.
 - Exploitation de données sur les taux d'ADN à différents moments de la vie cellulaire.
- 3- Mise en évidence de quelques constituants organiques.
 - Exploitations d'expérimentations comportant l'utilisation de molécules marquées et mettant en évidence le renouvellement moléculaire, par exemple le renouvellement des molécules de la membrane plasmique.
 - Digestion in vitro de différentes protéines et chromatographie bidimensionnelle révélant les acides aminés pour mettre en évidence la nature macromoléculaire des protéines et le nombre restreint des types d'acides aminés qui les constituent.
- 4- Utilisation de maquettes.
 - Utilisation de logiciels relatifs :
 - * à la structure de l'ADN
 - * à la synthèse des protéines
 - * à l'exploitation d'une banque de données sur divers gènes.
 - Observation d'électronographies montrant les organites concernés. Exploitation de résultats expérimentaux sur le devenir des protéines synthétisées.
- 5- Cultures de souches bactériennes possédant des équipements enzymatiques différents, sur un milieu donné (exemple mise en évidence de la α -galactosidase).
 - Étude expérimentale de la catalyse enzymatique : hydrolyses digestives ou autres réactions du métabolisme.
 - EXAO : mesure de la vitesse d'une réaction de digestion.
- 6- Utilisation de logiciels sur les banques de données de gènes. Analyse d'un petit nombre d'exemples permettant de faire la relation entre génotype et phénotype (phénylcétonurie, hypercholestérolémie, drépanocytose...)

B. Quelques aspects du métabolisme énergétique. (Durée conseillée : 5 à 6 semaines)

Cette partie du programme est centrée sur la capacité de tous les êtres vivants à utiliser de la matière organique comme source d'énergie et à convertir cette énergie non directement utilisable en ATP.

Les connaissances acquises en classe de troisième, relatives à l'approvisionnement des cellules en dioxygène et en métabolites, sont réinvesties et consolidées au fur et à mesure des besoins.

La connaissance des phénomènes qui se déroulent au niveau cellulaire permet d'éclairer les problèmes énergétiques qui se posent au niveau de l'organisme. Leur étude, qui ne sera pas reprise en terminale, doit faire ressortir en quoi consiste l'originalité des transformations énergétiques chez les êtres vivants par rapport à celles que les élèves envisagent en Physique et Chimie. On n'aborde pas le déroulement de la glycolyse, du cycle de Krebs, ni celui des phosphorylations oxydatives.

Comme la précédente, cette partie offre diverses occasions de relier la connaissance scientifique à ses implications dans le domaine de la santé.

Contenus

1. Les dépenses énergétiques des organismes
 - a- Permanence et variations chez un Mammifère.
 - b- Universalité dans le monde vivant.
2. Conversion de l'énergie des métabolites
- 3- Quelques aspects du métabolisme énergétique chez l'homme
 - a- Nature et origine des métabolites utilisés par les cellules.
 - b- Restauration de l'ATP musculaire lors d'exercices physiques.

Objectifs cognitifs

- 1a - *La dépense énergétique d'un Mammifère est permanente mais varie en fonction de facteurs internes et externes.*
 - *Il existe une dépense énergétique incompressible de l'organisme correspondant au métabolisme basal. Elle est indispensable à l'entretien des structures et au fonctionnement de base d'un organisme.*
 - b - *Toute cellule vivante, isolée ou non, animale ou végétale, oxyde des molécules organiques par processus respiratoire ou fermentaire.*
 - *En cas de fermentation, la nature des résidus organiques formés dépend de l'équipement enzymatique, donc de l'information génétique des espèces concernées.*
 - *La nature des substrats dégradés peut être évaluée grâce au quotient respiratoire.*
 - 2- *L'énergie des métabolites est partiellement transférée à des molécules d'ATP qui représentent la source fondamentale d'énergie directement utilisable par les cellules ; le reste est converti en chaleur, forme d'énergie non utilisable pour l'activité cellulaire.*
 - *La quantité d'ATP formé par molécule d'un même substrat dégradé est plus importante dans le cas de la respiration que de la fermentation.*
 - *Les mécanismes biologiques conduisant à la synthèse d'ATP obéissent aux lois physico-chimiques de l'oxydo-réduction et des transferts d'énergie.*
- Comme pour toute réaction biologique, leur originalité tient à l'intervention d'enzymes et donc à l'expression du programme génétique.*

- Au cours de la fermentation, les réactions d'oxydo-réduction s'effectuent entièrement dans le hyaloplasme.
 - Au cours de la respiration, ces réactions s'achèvent au niveau d'organites spécialisés, les mitochondries, riches en déshydrogénases, ATP synthétases...
- 3a** - Beaucoup de cellules sont capables d'utiliser des substrats variés (glucose, acides gras, acides aminés). Les cellules nerveuses, les hématies ont des exigences plus strictes : elles n'utilisent que le glucose.
- La fourniture du glucose est continue malgré des apports irréguliers ; le rôle du foie est ici prépondérant.
 - Des réserves de triglycérides et de glycogène permettent aux muscles d'épargner partiellement le glucose sanguin.
- b** - Les muscles sont de grands consommateurs d'ATP lorsqu'ils se contractent mais leurs réserves en ATP sont très faibles.
- Au cours d'exercices brefs et violents (sprint, lancers...) l'ATP est restauré quasi instantanément par une simple utilisation des réserves très limitées de phosphocréatine.
 - * Lors d'efforts violents maintenus pendant une à deux minutes (400m, 800m...) la restauration de l'ATP est surtout assurée par la fermentation lactique, en raison de la relative inertie du système d'approvisionnement en oxygène.
 - * Pour des efforts intenses et de plus longue durée (course de fond, marathon...) c'est le métabolisme aérobie qui intervient pour régénérer l'ATP

Activités envisageables

- 1 a** - Utilisation du respiromètre, de l'EXAO pour déterminer l'intensité respiratoire d'un Mammifère dans diverses conditions de température et d'activité.
- Évaluation du métabolisme basal.
- b** - EXAO : évaluation de l'intensité respiratoire de cellules chlorophylliennes, de levures.
- Comparaison du résultat de quelques fermentations : fermentations lactique, alcoolique...
 - Établissement du quotient respiratoire.
- 2** - Mise en évidence du dégagement calorifique de graines en germination.
- Comparaison du bourgeonnement de la levure de bière en aérobiose et en anaérobiose.
 - Observation de mitochondries au sein de cellules.
- 3 a** - Mise en évidence du glycogène hépatique.
- Exploitation de documents relatifs au stockage et à la production de glucose par le foie.
- b** - Activités à envisager avec le professeur d'éducation physique.
- Détermination de la consommation maximale d'oxygène.

Deuxième partie : Flux d'énergie et cycle de la matière à l'échelle des écosystèmes et de la Biosphère.

(Durée conseillée : 4 semaines)

Ce chapitre s'appuie sur les connaissances de la classe de Seconde relatives à l'autotrophie des végétaux chlorophylliens et aux réseaux trophiques ainsi que sur celles des caractéristiques communes au métabolisme énergétique des êtres vivants précédemment acquises.

En ce qui concerne les mécanismes de conversion de l'énergie du rayonnement solaire en énergie chimique par les végétaux chlorophylliens, ne sont pas au programme :

- les notions d'antenne collectrice, de photosystème ;
- les mécanismes de couplage assurant la synthèse d'ATP (gradient de concentration en ions H⁺) ;
- les voies de synthèse des molécules organiques au sein du stroma des chloroplastes, aussi bien pour les plantes en C₃ qu'en C₄.

La chimiosynthèse peut être évoquée mais l'étude de ses mécanismes est hors programme.

L'étude du cycle de la matière au sein des écosystèmes sera l'occasion d'une réflexion sur la notion de niveau d'organisation du vivant.

L'étude des transferts et pyramides énergétiques se prolonge et peut être motivée par une réflexion sur l'exploitation des ressources naturelles par l'Homme.

Les perturbations du cycle du carbone engendrées par les activités humaines permettent d'approcher de façon rigoureuse un problème d'environnement à l'échelle planétaire, celui de l'intensification de l'effet de serre. C'est l'occasion de mettre l'accent sur la responsabilité humaine dans la gestion de la planète tout en insistant sur la complexité des problèmes à l'échelle planétaire et sur les incertitudes des prévisions. Cette étude souligne ainsi les interactions entre les Sciences de la Vie et les Sciences de la Terre.

Contenus

1. L'énergie du rayonnement solaire, source initiale d'énergie pour la majorité des êtres vivants d'un écosystème
2. Conversion de l'énergie radiative en énergie chimique chez les organismes chlorophylliens
3. Transfert de matière et flux d'énergie dans les réseaux trophiques
4. Cycle du carbone au sein d'un écosystème
5. Cycle biogéochimique du carbone
6. Les activités humaines et le cycle du carbone. L'effet de serre

Objectifs cognitifs

1- Au sein des écosystèmes, les végétaux chlorophylliens utilisent l'énergie des radiations solaires, absorbées par leurs pigments chlorophylliens, pour la synthèse de leurs matières organiques à partir de matières minérales.
Ils assurent ainsi la conversion d'une partie de l'énergie des radiations solaires en énergie chimique de leurs constituants organiques, énergie utilisée par l'ensemble des êtres vivants de l'écosystème.

2- Les chloroplastes sont le siège de l'ensemble des réactions de la photosynthèse. Celle-ci se réalise en deux étapes couplées : la phase de conversion de l'énergie radiative, au cours de laquelle l'ATP est produit et la phase d'assimilation, au cours de laquelle apparaissent les premières molécules organiques.
Les mécanismes biologiques de la photosynthèse obéissent à des lois physique-chimiques. Ils sont rendus possibles par l'association, au sein des structures du chloroplaste, des pigments chlorophylliens et de multiples enzymes dont la synthèse est programmée dans le génome du végétal.

3- Les relations trophiques entre tous les êtres vivants d'un écosystème assurent un transfert de matière. Elles engendrent un flux d'énergie.
L'énergie chimique résultat de la conversion d'une partie de l'énergie du rayonnement solaire chez les organismes chlorophylliens est dissipée progressivement

dans le milieu, de niveau trophique en niveau trophique, sous forme de chaleur.

4- *Au sein d'un écosystème en équilibre, le flux d'énergie entretient les cycles de la matière et en particulier celui du carbone.*

- Le carbone prélevé dans le milieu sous forme de dioxyde de carbone ou d'hydrogencarbonates par les végétaux chlorophylliens est utilisé pour la synthèse de la matière organique au cours de la photosynthèse.

Il est restitué au milieu, sous forme de dioxyde de carbone, au cours des processus du catabolisme de tous les êtres vivants.

- Les micro-organismes décomposeurs jouent un rôle essentiel dans ce retour du carbone à l'état minéral.

- Le recyclage de la matière est une propriété du niveau d'organisation du vivant qu'est l'écosystème.

5- *L'élément carbone est contenu en quantité variable dans de nombreux pools ou réservoirs.*

- Des échanges de carbone se déroulent entre ces réservoirs grâce à des processus :

- physique-chimiques, entre l'atmosphère et les océans

- biochimiques, entre l'atmosphère et le monde vivant

- Par suite de ces échanges, un atome de carbone issu d'un réservoir déterminé peut y revenir à la suite d'un cheminement plus ou moins complexe : il décrit le cycle du carbone ou plus précisément une de ses voies.

6- *le cycle biogéochimique du carbone traduit un équilibre dynamique qui peut être perturbé par divers facteurs, en particulier par les activités humaines.*

- Par suite des activités humaines, la teneur en dioxyde de carbone de l'atmosphère augmente très rapidement, bien que les échanges entre l'atmosphère et les autres réservoirs la limite en partie.

Le dioxyde de carbone est un gaz à effet de serre et les variations naturelles de son taux ont des conséquences climatiques jugées importantes.

- L'intensification de l'effet de serre entraînerait un réchauffement dont les connaissances actuelles permettent difficilement d'évaluer l'importance.

Activités envisageables

- 1 - Spectre d'action de la lumière.
 - Spectre d'absorption des pigments chlorophylliens.
- 2 - Réaction de Hill (EXAO)
 - Observation de l'ultrastructure d'un chloroplaste
- 3 - Exploitation de documents sur les rendements énergétiques.
 - Construction de pyramides énergétiques.
- 4 - Expérimentation et/ou exploitation de documents relatifs à l'importance et à la diversité du métabolisme des micro-organismes du sol.
 - Construction du cycle du carbone dans un écosystème.
- 5 - Identification des principaux réservoirs du carbone : atmosphère, océans, roches et sédiments carbonatés, combustibles fossiles, organismes vivants ou morts.
 - Exploitation de données quantitatives sur ces réservoirs et sur leurs échanges de carbone, aboutissant à l'élaboration du cycle biogéochimique du carbone.
- 6 - Exploitation de documents – sur les variations de la teneur en CO₂ de l'atmosphère depuis 160 000 ans (gaz des calottes glaciaires) – sur les variations de la température.
 - Analyse critique de prévisions sur l'évolution future du climat.

Troisième partie : Terre et énergie.

(Durée conseillée : 12 semaines)

Le thème central de la partie Sciences de la Terre de ce programme est celui de **P'énergie en liaison avec les dynamiques terrestres.**

L'enseignement doit s'appuyer sur les acquis du Collège ou ceux de Seconde (notamment sur les observations concernant la planète Terre).

À ce niveau, l'enseignement est plus « explicatif » et on doit s'attacher avec les élèves à mettre en évidence quelques conséquences physiques et chimiques des transferts des énergies interne et externe. Le lien entre ce programme et ceux de Physique et Chimie est ainsi essentiel.

L'ordre de présentation des objectifs de connaissance n'impose aucune progression pédagogique particulière. Liberté dans la progression est laissée au professeur pour introduire l'idée d'énergies interne et externe responsables des mouvements, soit comme point de départ, soit après mise en évidence des mouvements et comme explication de ceux-ci.

L'option complémentaire permet au professeur de choisir un thème qui complète le programme des enseignements communs. Sa mise en œuvre est fondée sur l'exploitation d'une documentation moderne (images satellitaires, images sismiques, données de forage...), d'observations sur le terrain...

Contenus

- 1- Géodynamique externe et énergie du rayonnement solaire (4 semaines)
 - a- Le rayonnement solaire et les mouvements des enveloppes externes
 - b- De la roche au sédiment
- 2- Mouvements de la lithosphère et énergie interne (7 semaines)
 - a- L'organisation interne de la Terre
 - b- L'énergie interne, manifestations, origine
 - c- Dissipation d'énergie interne et dynamique des fonds océaniques
 - .Expansion et genèse de la lithosphère océanique
 - .Convergence et subduction
 - d- Déplacement, collision des continents et formation de chaînes de montagnes
3. La machine Terre : bilan général (1 semaine)

Objectifs cognitifs

1a - La Terre reçoit du Soleil de l'énergie dont la valeur est stable.

Cette énergie a pour origine des réactions thermonucléaires à l'intérieur du Soleil.

- Le rayonnement solaire est réfléchi par l'atmosphère et/ou la surface terrestre. Il subit des modifications (diffusion, absorption) et contribue à l'échauffement de l'atmosphère, de l'eau et du sol. Des constituants atmosphériques (CO₂, H₂O, CH₄...) induisent un effet de serre modifiant le bilan énergétique global. Associé à la pesanteur, il est le moteur du cycle de l'eau.

- L'inégale répartition de l'énergie du rayonnement solaire sur Terre est à l'origine des mouvements atmosphériques et océaniques (grands courants). Ces mouvements sont modifiés par la rotation de la Terre.

b - *Les roches de la croûte terrestre sont affectées en surface par des actions physiques (fragmentation) et chimiques (dissolution, réactions chimiques). L'eau joue un rôle essentiel dans l'altération et l'érosion des roches.*

- Les constituants des roches et les produits de leur altération sont transportés sous forme de fragments de toutes tailles et d'ions en solution.

Ils s'accumulent dans des bassins de sédimentation d'origine détritique et/ou chimique.

- Les êtres vivants jouent un rôle important dans l'altération et la sédimentation.

- L'étude des roches sédimentaires fournit des renseignements sur les conditions d'altération, de transport et de sédimentation passées.

2a - La Terre est organisée en enveloppes concentriques (lithosphère, manteau, noyau externe et interne) révélées par la propagation des ondes sismiques.

Ces enveloppes ont des compositions et des densités différentes. L'analyse des météorites et l'expérimentation permettent d'accéder de façon indirecte aux compositions et aux températures des enveloppes internes.

b - *La Terre perd de l'énergie : séismes, volcanisme, flux de chaleur en sont des manifestations.*

- L'énergie interne actuelle a pour origine la désintégration de certains isotopes radioactifs. Les mécanismes de dissipation de la chaleur sont la conduction et surtout la convection.

c - *Des cellules de convection animent le manteau à l'état solide. La partie superficielle de ces cellules, refroidie et rigidifiée, correspond à la lithosphère qui se crée au niveau des dorsales océaniques. La croûte océanique (basaltes, gabbros) est formée à partir des magmas nés de la fusion partielle des roches du manteau, les péridotites.*

- Les anomalies magnétiques, l'âge de la croûte ou des premiers sédiments qui la surmontent permettent de suivre l'évolution de la dynamique des fonds océaniques

- La lithosphère océanique refroidie et plus dense peut s'enfoncer par subduction sous la lithosphère continentale ou océanique.

- Ce mouvement est à l'origine de séismes engendrés jusqu'à de grandes profondeurs.

- Les roches, riches en eau, de la lithosphère en subduction fondent plus facilement ; l'eau libérée favorise la fusion partielle de la lithosphère susjacente. Il se forme des magmas à l'origine d'un très important volcanisme et plutonisme.

d - *Les continents, moins denses, entraînés dans une subduction la bloquent. Lorsque deux continents arrivent en contact par leurs marges, il y a collision, avec formation d'une chaîne de montagnes.*

- Dans les chaînes de ce type (Alpes, Himalaya), on retrouve, plus ou moins déformés, les témoins de l'histoire océanique des plaques entrées en collision : témoins de croûte océanique (ophiolites), structure de marges passives et actives...

- Dans ces chaînes de montagnes, une partie des roches magmatiques ou sédimentaires originelles, ont été transformées dans leur minéralogie et leur structure. Ce sont des roches métamorphiques. Les transformations se sont réalisées parce que ces roches ont été soumises à des conditions de température et de pression différentes de celles de leur formation.

Ces transformations se font à l'état solide. Elles sont favorisées par la déformation intense liée à la collision. L'analyse du contenu minéralogique des roches métamorphiques permet de retrouver les conditions de température et de pression qu'elles ont subies.

Activités envisageables

1a - Mesure de la puissance solaire reçue et détermination de la constance solaire. Recherche par un calcul simple de la durée de vie du Soleil (nécessité de réactions thermonucléaires).

- Mesure d'une réflectance ; calcul d'un albédo.

- Mise en évidence de la diffusion due aux particules de l'atmosphère, de l'émission d'un corps chaud.

- Utilisation d'une animation d'images météosat. Mesure d'une pression atmosphérique, d'une vitesse de vent ; recherche simple des centres de basses et hautes pressions.

- Utilisation de cartes de courants, de données sur les eaux (température, salinité...).

1b - Sur le terrain, observation d'une roche altérée. Observation de minéraux altérés au microscope.

- Sur le terrain, observation des zones de dépôt ou d'érosion d'un fleuve, d'une rivière, d'un torrent...

- Analyse granulométrique d'un sédiment. Détermination de son contenu biologique.

- Expérience de précipitations chimiques.

- Construction d'un modèle analogique simple d'érosion ou de dépôt.

- Observation d'une succession (colonne) de roches sédimentaires.

2a.b - Analyse de sismogrammes

- Utilisation de banques de données de séismes.

- Analyse de cartes du flux géothermique.

- Calcul d'un gradient et d'un flux géothermiques.

- Calcul de la profondeur du Moho.

- Utilisation des données des météorites.

- Calcul de la densité moyenne de la Terre.

- Construction d'un modèle simplifié de Terre.

2c - Etude d'un océan (Atlantique par exemple) ou d'une région telle que l'Afar.

- Étude des basaltes de la croûte océanique sur échantillon, en lame mince.

- Utilisation des données expérimentales de fusion de péridotites.

- Étude de la croûte océanique, comparaison avec les ophiolites.

- Utilisation de données de tomographie sismique.

- Expériences analogiques sur la convection.

- Construction d'un plan de Benioff à partir des profondeurs des séismes.

- Étude d'andésites, de granites, sur échantillons, en lames minces.
- 2d - Reconnaissance des éléments significatifs d'une chaîne de collision.
- Étude de quelques structures d'une chaîne de montagnes (terrain, carte, coupe, photographie).
- Mise en évidence des témoins de l'histoire océanique de la chaîne.
- Étude de quelques roches métamorphiques à l'affleurement, sur échantillon et en lames minces.
- Recherche des conditions pression-température de formation d'une roche métamorphique.

Un schéma-bilan général replace les phénomènes étudiés et les principaux types de roches dans la logique géodynamique globale.

Classe de première scientifique **Option du premier groupe**

Cet enseignement est destiné à des élèves qui suivent par ailleurs l'enseignement de Sciences de la Vie et de la Terre, matière dominante.

Le programme comporte huit thèmes, parmi lesquels il est conseillé d'en traiter au moins trois, dont un de Sciences de la Terre, ou bien les mêmes pour tous les élèves, ou bien différents selon les groupes d'élèves. L'enseignement optionnel étant donné en totalité sous forme de travaux pratiques O + (2), il importe de privilégier, davantage encore que dans l'enseignement commun, l'activité personnelle et l'initiative des élèves ayant demandé à le suivre.

Le thème de **Sciences de la Terre** est choisi par le professeur en fonction de sa compétence, des possibilités locales, des documents à sa disposition et de l'intérêt des élèves. Son étude apporte des connaissances complémentaires de celles acquises dans l'enseignement commun, mais qui ne sont en aucun cas un préalable pour l'enseignement en classe de Terminale. Le thème "Ressources énergétiques et substances utiles à l'Homme" est à mettre en relation avec la deuxième partie de l'enseignement commun (cycle de la matière et flux d'énergie). L'observation directe est complétée par le recours à des documents modernes (images satellitaires, profils sismiques, données de forages, images sous-marines...).

En **Sciences de la Vie**, les thèmes proposés ont, quant aux connaissances, des objectifs nouveaux limités. Leur étude peut fournir l'occasion de confier aux élèves, en équipe, la conception et la mise en œuvre de projets d'ampleur raisonnable, impliquant une recherche personnelle (pratique, expérimentale, documentaire), pour laquelle le professeur soit en mesure de les guider. De telles actions, fondées chaque fois que possible sur des réalités locales, et tenant compte des moyens disponibles dans l'établissement ou susceptibles d'être mobilisés en dehors, peuvent donner lieu à des liaisons avec d'autres disciplines, avec des organismes extérieurs.

La présentation (verbale, écrite, graphique, audiovisuelle...) par les élèves de leur travail de recherche constitue un exercice de communication scientifique. Elle est l'occasion de brèves mais solides mises au point. Elle est utilisée pour l'évaluation, qui prend en compte l'ensemble des capacités méthodologiques mises en jeu.

Dans un souci d'harmonisation, les thèmes de l'option sont présentés suivant le modèle retenu pour l'enseignement des Sciences de la Vie et de la Terre, matière dominante. Cependant, en accord avec la spécificité de cet enseignement optionnel, les objectifs cognitifs ne sont fournis qu'en temps qu'**indicateurs** éclairant le domaine du thème. Ils seront **plus ou moins** atteints en fonction de l'ampleur des recherches menées par les élèves. La colonne de droite³³ de présentation du programme est **primordiale** : elle indique les pistes de recherche susceptibles d'être proposées aux élèves. Cette liste n'est nullement limitative.

Thèmes relevant des Sciences de la vie

Thème 1 : Alimentation et santé

Ce thème s'appuie sur les connaissances acquises en classe de Troisième, et prolonge les études effectuées dans ce domaine. Il en développe plus particulièrement certains aspects.

Il peut être traité en début d'année. Il faut donc veiller à ne pas mettre l'accent sur des points développés plus tard dans l'année, dans le cadre de l'enseignement commun.

Il favorise les investigations menées par les élèves, sous forme d'enquêtes par exemple. C'est l'occasion d'une première initiation à l'exploitation de données épidémiologiques. Il peut ainsi donner lieu à l'utilisation de logiciels, et s'ouvrira sur l'utilisation de banque de données, dès qu'elles seront disponibles.

Contenus

1- Alimentation et maladies par excès

2- Alimentation et maladies par carence

Objectifs cognitifs

1 - Dans les pays à haut niveau de vie, l'évolution des habitudes alimentaires se traduit notamment par une consommation accrue de graisses animales, de glucides à absorption rapide.

- Avec d'autres facteurs de risque, le déséquilibre nutritionnel qui en résulte contribue à l'augmentation de la fréquence des maladies cardio-vasculaires en relation avec l'athérosclérose. Une forte corrélation positive semble exister entre le taux de cholestérol et la mortalité par maladies cardio-vasculaires.

- Avec d'autres facteurs de risque, le déséquilibre nutritionnel qui en résulte contribue à l'augmentation de la fréquence des maladies cardio-vasculaires en relation avec l'athérosclérose. Une forte corrélation positive semble exister entre le taux de cholestérol et la mortalité par maladies cardio-vasculaires.

2 - Les maladies par carence sont consécutives à la sous-nutrition et/ou à la malnutrition. Les carences en acides aminés essentiels dues à une alimentation

³³ Pour gagner de la place, nous avons supprimé la présentation en colonne. Les points dont il est question ici apparaissent comme les « **Activités envisageables** ».

monotone d'origine végétale sont particulièrement graves au cours de l'enfance.

Activités envisageables

- 1 - Analyse de données sur l'évolution de la consommation de pain, viande, sucre...
 - Analyse par les élèves de leur propre comportement ; éventuellement enquête dans l'entourage leur permettant de se situer dans le cadre de cette évolution.
 - Analyse de données épidémiologiques ; éventuellement traitement des données à l'aide de logiciels.
 - Utilisation de logiciels sur l'équilibre des rations alimentaires.
- 2 - Analyse de données épidémiologiques ; éventuellement traitement des données à l'aide de logiciels.
 - Utilisation de logiciels sur l'équilibre des rations alimentaires.
 - Utilisation de logiciels relatifs à des avitaminoses.
 - Analyse critique de quelques régimes alimentaires.
 - Analyse de documents sur les maladies par carence dans les pays du Tiers-monde.

Thème 2 : Biologie des levures et utilisation des micro-organismes dans les industries de fermentation

Ce thème, à dominante expérimentale, permet de mettre les élèves en situation de projet. Il devrait être introduit ou complété par des visites d'usines de fermentation et/ou une étude documentaire, selon les possibilités locales.

Ce thème sera abordé après que le concept d'enzyme et que la distinction entre respiration et fermentation aient été établis. En outre, pour favoriser l'autonomie des élèves, il est souhaitable qu'on les ait familiarisés, dans le cadre de l'enseignement commun, avec les techniques et appareils susceptibles d'être utilisés : respiromètre, EXAO...

Contenus

- 1- Nutrition, métabolisme énergétique et programme génétique des levures
- 2- Levures et fermentations

Objectifs cognitifs

- 1 - Une espèce donnée de levures ne peut utiliser que certaines molécules organiques comme substrat énergétique, aussi bien par respiration que par fermentation.
 - Cette capacité est liée à l'équipement enzymatique de l'espèce considérée, lequel dépend de son programme génétique.
 - Pour chaque espèce de levures, on peut déterminer un milieu minimum à partir duquel elle peut élaborer toutes ses molécules constitutives.
- 2 - Des industries de fermentation utilisent des souches de levures sélectionnées, aux propriétés bien maîtrisées.

Activités envisageables

- Recherche des métabolites utilisables par une souche donnée de levures (exemple : glucose, fructose, galactose, saccharose, maltose, lactose, amidon, acides aminés...).
- Comparaison des substrats exploitables par processus respiratoire ou fermentaire.
- Recherche d'un lien entre la nature du diholoside utilisé et l'équipement enzymatique présent (exemple : saccharose).
- Mesure de l'intensité du métabolisme – respiratoire et fermentaire – en fonction de la température.
- Comparaison du comportement d'espèces différentes vis à vis du même substrat.
- Recherche d'un milieu minimum pour une souche donnée.

La liste des activités suggérées n'est ni limitative, ni exhaustive. D'autres projets, en particulier en liaison avec l'industrie locale, peuvent être mis en œuvre, soit avec les levures, soit avec d'autres micro-organismes.

Thème 3 : Germination et croissance des végétaux.

Ce thème permet un réinvestissement immédiat des notions et méthodes acquises dans l'enseignement commun de Première S (mitose, enzymes, métabolisme énergétique) en même temps qu'il enrichit les connaissances de biologie végétale de la classe de Seconde.

Contenus

- 1- Reprise de l'activité métabolique, mobilisation des réserves et croissance
- 2- Applications culturelles de la régulation hormonale de la croissance

Objectifs cognitifs

- 1 - La germination se traduit par une reprise de l'activité métabolique marquée par une très nette augmentation de l'intensité respiratoire.
 - L'utilisation des réserves d'une graine est permise, après hydratation, par l'intervention d'enzymes.
 - Les métabolites résultant de l'action des enzymes sont utilisés par l'embryon pour sa croissance : multiplication et élongation cellulaires.
 - Des hormones végétales contrôlent cette croissance.
- 2 - Des hormones de croissance sont utilisées dans de nombreuses pratiques culturelles et, en particulier, la culture *in vitro*.

Activités envisageables

- 1 - Mise en évidence d'une reprise de l'activité métabolique au cours de la germination.
 - Mise en évidence de phénomènes cytologiques et biochimiques traduisant une mobilisation des réserves.
 - Mise en évidence d'une action enzymatique.
 - Extraction et étude de l'enzyme correspondante ; conditions d'action.
 - Recherche et observation des zones de multiplication et d'élongation.
 - Étude expérimentale de l'action d'une hormone végétale sur la croissance des coléoptiles, par exemple.

- Mise en évidence et étude expérimentale de tropismes.
- 2- Réalisation de cultures in vitro.
- Recherches documentaires sur les applications agronomiques des connaissances sur la germination, la croissance et le rôle des hormones.

Thème 4 : Métabolisme énergétique chez les ectothermes : relations avec leur comportement

Ce thème prolonge directement l'étude de métabolisme effectué dans le cadre de l'enseignement commun. Il paraît souhaitable que des liens soient établis entre les résultats expérimentaux obtenus et le comportement de divers animaux au cours des saisons.

Contenus

-Caractéristiques du métabolisme énergétique chez les ectothermes

Objectifs cognitifs

- *Contrairement aux endothermes, il n'existe pas une température de neutralité thermique chez les ectothermes : la consommation de dioxygène diminue lorsque la température du milieu extérieur baisse.*
- *Cela est lié à l'absence de dispositifs physiologiques de thermorégulation ; en conséquence, et en dehors d'adaptations comportementales, la température interne d'un ectotherme suit celle du milieu extérieur.*
- *Comme celle de toutes les réactions enzymatiques, la vitesse des réactions métaboliques d'un ectotherme diminue avec la température.*
- *L'intensité du métabolisme à une température donnée est variable suivant l'espèce d'ectotherme considérée.*

Activités envisageables

- Étude expérimentale du métabolisme d'un ectotherme à différentes températures, à différents stades du développement (larves, nymphes, adultes).
- Comparaison avec les résultats obtenus chez les endothermes.
- Recherches documentaires concernant les applications du froid en médecine et chirurgie.

Thème 5 : Quelques aspects de physiologie appliquée à l'activité sportive.

Ce thème comporte à la fois des aspects expérimentaux et des aspects documentaires. Il prolonge l'étude de quelques particularités du métabolisme humain effectuée dans la partie commune du programme, sans pour autant aborder les mécanismes de régulation nerveux et hormonaux.

Ses apports seront d'autant plus enrichissants que des contacts pourront être établis avec des professeurs d'éducation physique, des responsables de clubs sportifs, des centres de formation à l'enseignement de l'E.P.S, des centres de médecine sportive...

Contenus

1-Livraison de dioxygène au muscle au cours de l'effort

2-Caractéristiques fonctionnelles des fibres musculaires

3-Effets de l'entraînement et de l'alimentation

Objectifs cognitifs

- 1 - *Au cours de l'effort, l'augmentation de l'apport de dioxygène et de métabolites aux muscles est assurée par :*
 - *une augmentation des débits cardiaque et ventilatoire,*
 - *une distribution préférentielle du sang vers les muscles en activité,*
 - *une meilleure extraction par les cellules musculaires du dioxygène par le sang artériel*
- 2 - *Les fibres musculaires diffèrent par leur puissance et leur résistance à la fatigue. Ces différences sont liées, en particulier, à leurs caractéristiques structurales et au type de métabolisme assurant le renouvellement de leur ATP.*
- 3 - *Un entraînement bien adapté peut modifier, dans certaines limites et en fonction de l'effort à fournir, les caractéristiques des fibres musculaires et du système d'approvisionnement en dioxygène.*
 - *Des apports alimentaires adaptés peuvent conduire à une meilleure mise en réserve du glycogène, métabolite préférentiel des cellules musculaires au cours de l'effort.*

Activités envisageables

- 1 - Mesure, au cours d'efforts d'intensité et de durée variables, de la consommation de dioxygène, des fréquences respiratoire et cardiaque.
 - exploitation de documents relatifs à l'ensemble des modifications physiologiques liées à l'effort.
- 2 - Établissement de liens entre les caractéristiques structurales et biochimiques des fibres musculaires et leur physiologie.
 - Établissement de liens entre la physiologie des fibres, leur répartition et l'activité dans laquelle sont engagés les muscles.
- 3 - Recherches documentaires sur :
 - les effets de l'entraînement.
 - la récupération.
 - la diététique du sportif en tant que préparation adaptée de l'organisme à l'effort.

Thèmes relevant des Sciences de la Terre

Trois thèmes sont proposés. Le professeur choisit le thème qu'il désire traiter avec ses élèves, en fonction de sa compétence, des possibilités de l'établissement, des documents disponibles et de la motivation des élèves pour l'un des thèmes.

Thème 6 : Circulations atmosphériques et océaniques. Conséquences

(Durée conseillée : 12 semaines)

Contenus

- 1-La circulation atmosphérique
- 2-La circulation océanique
- 3-Le système océan atmosphère

Objectifs cognitifs

1 - La circulation atmosphérique générale est la conséquence de l'inégale répartition du rayonnement solaire et de la rotation de la Terre. Il se crée des zones de hautes et basses pressions liées à la convection latitudinale des masses d'air, à leur convergence ou leur divergence. La rotation de la Terre provoque la déviation des masses d'air et engendre des grands courants zonaux (alizés, flux d'ouest des régions tempérées). La rencontre de masses d'air froid et d'air chaud engendre les perturbations atmosphériques.

2 - La circulation océanique de surface est liée à la circulation atmosphérique (vents) et à l'influence de la rotation terrestre. La circulation de profondeur est due aux différences de densité des masses d'eau.

Les eaux froides polaires denses plongent et entraînent une circulation essentiellement latitudinale. Des remontées d'eau profonde (upwellings) se font sous certaines conditions.

3 - Océans et atmosphère participent ensemble à un transfert d'énergie des régions équatoriales aux régions polaires.

L'évaporation sur les océans puis la condensation sur les continents assurent un autre transfert d'énergie. L'ensemble est à la base des climats essentiellement zonaux.

Activités envisageables

- 1 - Exploitation d'images Météosat ou d'autre satellite météorologique.
 - Mesures de température, pressions, directions et vitesses du vent.
 - Recherches bibliographiques sur les techniques d'étude de l'atmosphère.
 - Visite d'une station météorologique ; collecte de données.
 - Analyse de données de stations météorologiques.
 - Analyse de résultats de campagnes d'étude de l'atmosphère.
- 2 - Recherches bibliographiques sur les techniques d'étude des océans.
 - Analyse de résultats de campagnes océaniques.
 - Utilisation de cartes océanographiques.
 - Utilisation de diagrammes température-salinité.
 - Utilisation d'images satellitaires.
 - Modélisation analogique.

Thème 7 : Ressources énergétiques et substances utiles à l'homme

(Durée conseillée : 12 semaines)

Remarque : Les connaissances seront différentes en fonction des exemples choisis.

Contenus

- 1-Les ressources énergétiques. Recherche et exploitation d'une ressource énergétique (pétrole ou charbon)
- 2-Étude d'un exemple de ressource minérale
- 3-Substances utiles pour l'homme, problèmes d'exploitation, facteurs économiques, impact sur l'environnement

Objectifs cognitifs

1 - Les ressources énergétiques sont renouvelables (énergie solaire, hydroélectrique, vent) ou non (roches carbonées, uranium). L'utilisation des ressources énergétiques non renouvelables pose le problème de la recherche des gisements, de leur exploitation et de la gestion des réserves.

- Le charbon et le pétrole résultent de l'accumulation de la matière organique soustraite à l'action des micro-organismes du sol ou des sédiments et de sa transformation sous l'action de la pression et de la température. L'origine de la matière organique du charbon est différente de celle du pétrole.

- Dans le cas du pétrole, roche fluide, il y a migration à partir de la roche-mère et des pièges sont indispensables pour créer des gisements dans des roches réservoirs.

2 - dans la genèse des gisements minéraux des processus de concentration interviennent ; ils sont liés aux phénomènes magmatiques, hydrothermaux, à l'altération, au transport...

La présence de fluides et les réactions d'oxydo-réduction contrôlent les processus de mobilisation et de dépôt des éléments (rôle de la matière organique).

3 - Les conditions d'exploitation tiennent compte des réserves, des caractéristiques structurales du gisement mais aussi des facteurs économiques.

- L'exploitation des granulats, fortement utilisés pour l'empierrement, les bétons... pose de nombreux problèmes d'ordre géologique (recherche de matériaux aux propriétés requises), économique et d'environnement (mise en exploitation de carrières, réhabilitation de sites) que le géologue doit prendre en compte.

Activités envisageables

- 1 - Utilisation de cartes et coupes géologiques, de plans miniers.
 - Utilisation de profils sismiques. Analyse de données de forage.

- Mise en évidence de l'origine organique du charbon **ou** du pétrole.
- Étude d'échantillons.
- 2- Exemples d'exploitation en mines et carrières. Approches pétrographiques, minéralogiques, structurales.
 - Visites sur le terrain.
- 3- Visites de carrières, de gravières...
 - Analyse de cahiers des charges pour les carrières (documents des services de l'Équipement).

Thème 8 : Le Soleil, son activité, ses influences sur la Terre (durée conseillée : 12 semaines)

Contenus

- 1- Les caractéristiques du Soleil.
- 2- L'origine et l'abondance des éléments chimiques dans le système solaire et dans l'Univers.
- 3- Les causes géométriques et mécaniques de l'énergie solaire reçue sur Terre.
- 4- Le cycle d'activité du Soleil et son évolution à long terme.

Objectifs cognitifs

- 1 - Le Soleil est une étoile, constituée principalement d'hydrogène et d'hélium. Il contient 99,9% de la masse du système solaire.
 - Il possède une source d'énergie interne qui résulte de la fusion thermonucléaire de l'hydrogène en hélium. Grâce à cette source, il maintient une température superficielle de l'ordre de 6000 K. Aux planètes, il procure l'apport extérieur d'énergie par le rayonnement électromagnétique qu'il émet, dans le domaine du visible, mais aussi en UV (ultraviolet) et IR (infrarouge).
- 2 - Le Soleil est surmonté d'une atmosphère peu dense, la couronne, qui se prolonge dans le milieu interplanétaire par le vent solaire, flux de particules qui atteint la Terre et provoque en particulier les aurores polaires.
 - On rencontre les mêmes éléments chimiques sur Terre, dans les autres planètes du système solaire, dans le Soleil et dans les autres étoiles, mais en proportions différentes. Ces éléments se forment progressivement à partir de l'hydrogène par fusion thermonucléaire dans les noyaux des étoiles et sont rejetés dans le milieu intersolaire par les explosions de supernovae.
- 3 - Le rayonnement solaire chauffe inégalement les différents lieux de la Terre selon son inclinaison sur le sol et la durée de l'insolation : il en résulte que la puissance solaire reçue sur Terre varie selon les latitudes et au cours des cycles diurne et saisonnier.
 - Différentes modifications des éléments de l'orbite terrestre, se produisant sur des dizaines de millions d'années, agissent sur la quantité de rayonnement solaire reçu et ont probablement contribué à des modifications du climat.
- 4 - Le Soleil présente un cycle d'activité court d'une période de 11 ans qui se manifeste par divers phénomènes dont l'apparition de taches et de régions actives.
 - La luminosité du Soleil est restée assez stable sur de longues échelles de temps, depuis sa formation, il y a environ 4,5 milliards d'années. Elle varie légèrement à mesure que les réactions de fusion thermonucléaire modifient l'abondance relative de l'hydrogène et de l'hélium. Dans environ 5 milliards d'années, une fois l'hydrogène du noyau épuisé, le Soleil subira une expansion violente qui le conduira à absorber la terre...

Activités envisageables

- 1 - Observation du déplacement des taches sur le disque solaire d'un jour à l'autre et détermination de la période de rotation du Soleil.
 - Observation des couleurs de certaines étoiles, liens avec leur température ;
 - Observation de la couleur et de la forme du disque solaire au couchant : relation avec la couleur bleue du ciel.
 - Comparaison avec d'autres planètes.
- 2 - Détermination de l'âge de la nébuleuse du Crabe, identifiée au reste de la supernova de 1054, à partir de photos prises à plusieurs dizaines d'années d'intervalle.
 - Détermination des conditions d'une éclipse de Soleil.
 - Utilisation de spectres d'étoiles et du Soleil.
 - Utilisation de documents photographiques illustrant les différents phénomènes liés à l'activité solaire, y compris des documents en fausses couleurs concernant des domaines de longueur d'onde en dehors du visible.
 - Observation et utilisation de documents photographiques de divers astres : doubles, étoiles variables, nébuleuses brillantes, amas stellaires, restes de supernovae...
- 3 - Observation des cycles saisonniers sur d'autres planètes.
 - Détermination de la direction de l'axe de rotation de la terre et mise en évidence de la variation de cette direction au cours du temps.

CLASSE TERMINALE S (RENTÉE 1994-1995)

En classe de terminale, les élèves poursuivent en Sciences de la vie et de la terre la formation dans laquelle ils se sont engagés en classe de première :

- Enseignement obligatoire pour les élèves de terminale S et enseignement de spécialité pour ceux qui l'ont choisi ;
- Enseignement scientifique obligatoire pour les élèves de terminale L ;
- Enseignement scientifique facultatif pour les élèves de terminale ES.

Dans chaque type d'enseignement, les programmes sont conçus dans un souci de cohérence avec ceux des classes antérieures, notamment avec ceux de la classe de première, tant au niveau des contenus scientifiques que des objectifs généraux et méthodologiques.

Enseignement obligatoire

I. Cohérence des contenus avec les classes antérieures

Pour les sciences de la vie :

- en seconde, le programme comporte la mise en évidence de différents niveaux d'organisation du vivant (écosystème, organisme, cellule) et l'étude de l'organisation fonctionnelle des êtres vivants, sous la dépendance de leur programme génétique et des facteurs du milieu ;
- en première S, l'enseignement implique la mise en jeu cohérente des concepts de programme génétique, de transformation de matière, de flux d'énergie. Les acquisitions en chimie permettent d'élucider les mécanismes cellulaires et la manière dont ils contribuent à assurer l'identité de l'individu et le métabolisme, ainsi que ceux qui interviennent dans les cycles de matière et le flux d'énergie au niveau des écosystèmes, et finalement de l'écosystème Terre.
- en terminale S, l'étude des mécanismes de la reproduction sexuée, à l'origine de la diversité génétique des individus, s'appuie sur les connaissances acquises en classe de première à propos de la nature du matériel génétique et des modalités de son expression, ainsi que de la relation entre génotype et phénotype ; l'étude du fonctionnement intégré de l'organisme s'appuie sur les connaissances relatives à la communication acquises en classe de seconde ; l'étude de l'évolution biologique s'effectue en liaison avec celles des milieux et de la géosphère.

Pour les sciences de la terre :

Les concepts fondamentaux sur lesquels ont été bâtis les programmes des trois niveaux se rapportent à :

- la singularité de la planète Terre au sein du système solaire et la dynamique des milieux interfaces entre géosphère et biosphère en classe de seconde ;
- la dynamique, externe et interne, de la « machine Terre », liée à des apports et des pertes énergétiques pour la classe de première ;
- les changements géologiques et les modifications de la biosphère au cours du temps en classe terminale.

La double progression, en **Sciences de la vie** d'une part, en **Sciences de la terre** d'autre part, souligne les interactions bio-géologiques :

- appréhension, en seconde, de supports proches, limités, accessibles (sol, gisement d'eau) ;
- extension surtout dans l'espace, en première, jusqu'au niveau de la planète avec les cycles bio-géochimiques ;
- extension, en terminale, plus largement dans le temps et dans l'espace, avec l'histoire de la Terre et l'évolution biologique.

II. Organisation du programme

Le programme comporte cinq parties qui peuvent être abordées dans un ordre différent, à condition que soit assurée une progression cohérente.

Les quatre premières parties concernent les Sciences de la vie.

La première, unicité génétique des individus et polymorphisme des espèces, prolonge l'étude du programme génétique des êtres vivants réalisée en première. La compréhension de l'unicité des organismes et du polymorphisme des espèces passe par celle des mécanismes de la transmission de l'information génétique et prépare l'étude de l'évolution.

La deuxième, mécanismes de l'immunité, permet de réinvestir et d'élargir les acquis précédents et ceux de première sur le programme génétique. Elle apporte en particulier une illustration de son expression polymorphe et une explication du maintien de l'intégrité du soi au niveau moléculaire.

La troisième fonde la compréhension de quelques aspects du fonctionnement des centres nerveux sur l'étude des mécanismes à la base des propriétés des neurones et réseaux neuronniques. Elle s'appuie sur l'étude de la motricité somatique.

La quatrième porte sur le fonctionnement d'un système de régulation, à l'échelle de l'organisme, dans le cas des taux d'hormones sexuelles mâles et femelles.

La cinquième partie associe Sciences de la terre et de la vie dans un même thème général : histoire géologique et évolution biologique. Ce thème est l'aboutissement logique des études, qui, en classe de seconde, situent notre planète au sein du système solaire et, en classe de première, abordent les manifestations internes et externes de la dynamique terrestre. Il permet d'esquisser la fresque des grandes étapes de l'histoire de la terre, grâce à l'étude des modifications de sa surface et au constat des transformations de la Biosphère.

III. Les objectifs et l'évaluation

Comme en classe de première, les évaluations, en cours et en fin d'apprentissage, servent la progression éducative des élèves. Elles permettent d'éprouver les capacités des élèves, à la fois à mobiliser et appliquer les connaissances du programme, et à mettre en œuvre les méthodes et techniques qui seront validées en fin d'année.

Dans la perspective du baccalauréat et, avec le souci d'homogénéité et d'équité de l'évaluation terminale, les objectifs de formation sont précisés. Mais la programmation, les supports, les modalités et les étapes des apprentissages relèvent de la responsabilité du professeur.

L'enseignement expérimental rénové repose sur des activités pratiques, classiques et fondées sur des technologies nouvelles d'information et de communication. Ces activités pratiques sont essentielles. Dans le cadre d'un problème scientifique, l'élève y construit activement son savoir, acquiert des méthodes et des techniques en élaborant et en mettant en œuvre, seul ou en équipe, une démarche d'investigation explicative du phénomène étudié. Toute activité pratique est intégrée dans la démarche relative au problème posé. Prolongeant ces activités concrètes et expérimentales, sous la forme dialoguée et/ou informative, le cours permet des mises au point et une organisation claire du savoir à mémoriser.

1- Objectifs cognitifs

En fin d'année, l'élève possède au niveau indiqué ci-après (colonne « objectifs cognitifs »³⁴) les connaissances du programme de

³⁴ Pour gagner de la place, nous avons supprimé la présentation en colonne. Les points dont il est question ici apparaissent comme les « objectifs

terminale S ; il possède aussi les connaissances antérieures requises pour leur assimilation. Dans le cadre d'un problème scientifique, il manifeste sa maîtrise cognitive en étant capable de :

- Restituer ses connaissances, avec ou sans support iconographique, verbalement et le cas échéant graphiquement (exemple : reconnaître une structure support d'un phénomène ou la manifestation de celui-ci, décrire le fonctionnement d'un organe, un mécanisme mis en jeu, en utilisant des phrases et/ou le dessin, le schéma...);
- Les utiliser dans des situations et pour résoudre des problèmes voisins de ceux à propos desquels elles ont été acquises.

2- Objectifs méthodologiques et techniques

En fin d'année, dans le cadre des contenus et dans les limites cognitives du programme de terminale S et des connaissances antérieures requises pour leur assimilation, l'élève est capable de :

a) Pratiquer des raisonnements scientifiques :

- Saisir des données ou des informations (dans un document iconographique, le compte rendu d'une expérience, un texte, un tableau de résultats, un graphe...);
- Traiter des données ou des informations (les choisir selon leur importance ou leur pertinence, les mettre en relation logique...);
- Dans le cadre de l'épreuve d'une hypothèse, concevoir, reconnaître la pertinence d'un protocole, confronter cette hypothèse à des données ou des résultats obtenus ou fournis ;
- Faire preuve d'esprit critique (à l'égard d'un protocole expérimental, d'une expérimentation, de résultats ou de données obtenus ou fournis, d'une argumentation, de conclusions...);
- Effectuer une synthèse à partir des connaissances acquises ou de données obtenues ou fournies.

b) Choisir et mettre en œuvre des techniques, en liaison avec le raisonnement scientifique :

- Effectuer des observations à la loupe (à main ou montée, monoculaire ou binoculaire) et au microscope photonique ; choisir l'outil d'observation, maîtriser la technique de son emploi (choix du grossissement, éclairage, centrage, mise au point), réaliser une préparation microscopique simple (objet mince, coupe à main levée) ;
- Mettre en œuvre un dispositif expérimental, assisté ou non par ordinateur ou une manipulation : choisir le matériel dans un ensemble fourni, effectuer un montage expérimental rigoureux, réaliser les opérations requises, obtenir des résultats compatibles avec les conditions expérimentales et/ou les discuter.

c) Communiquer :

- S'exprimer dans un langage scientifique, grammaticalement correct ;
- Rendre compte d'une observation de données obtenues ou fournies par un dessin, un graphique ou un tableau ;
- Décrire une observation, des résultats obtenus ou fournis sous forme numérique ou graphique ;
- Effectuer une synthèse, écrite et/ou graphique (schéma fonctionnel) à partir des connaissances acquises et/ou de données obtenues ou fournies ;
- Présenter son travail avec un souci d'ordre et de soin.

Les objectifs ci-dessus sont poursuivis dans l'ensemble du programme, dans la mesure permise par les contenus. Des activités permettant de viser ces objectifs sont proposées, à titre indicatif, dans la colonne de droite des programmes³⁵.

ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

Cet enseignement, à orientation expérimentale, permet un approfondissement de la formation méthodologique et technique développée dans l'option Sciences expérimentales de première S. Par les activités proposées, l'enseignement de spécialité doit répondre au mieux aux intérêts des élèves et développer leur esprit créatif, ainsi que leurs méthodes de travail, personnel et en équipe.

Il porte nécessairement sur les parties du programme marquées d'un astérisque, soit :*

- dans le chapitre « Unicité, génétique des individus et polymorphisme des espèces » :
- * *Applications et implications des connaissances modernes en génétique humaine,*
- dans le chapitre « Aspects du fonctionnement des centres nerveux » :
- * *Les phénomènes ioniques à la base des potentiels d'action,*
- * *Aspects biochimiques du fonctionnement nerveux,*
- dans le chapitre « Fonctionnement d'un système de régulation » :
- * *Étude d'une régulation neuro-hormonale : la pression artérielle,*
- dans le chapitre « Histoire et évolution de la Terre et des Êtres vivants » :
- * *Les roches, produits et témoins du temps,*
- * *Des causes géologiques en discussion (à propos de la crise Crétacé-Paléocène),*
- * *Évolution humaine et environnement*

Il est conseillé de consacrer 3 à 4 semaines à chacun de ces points. L'évaluation de l'enseignement de spécialité au baccalauréat ne pourra porter que sur ceux-ci.

Une partie de l'horaire de l'enseignement de spécialité peut-être utilisée, selon l'intérêt des élèves et les possibilités locales (visites de laboratoires, rencontres avec les professions...), pour approfondir, en ce qui concerne les méthodes, et sans aucune augmentation du contenu cognitif, d'autres parties du programme obligatoire, au choix du professeur.

Les connaissances diversifiées sont ainsi approfondies en étroite relation avec les acquisitions de physique et de chimie. Elles servent l'orientation positive des élèves vers les professions : carrières médicales et paramédicales, formations d'ingénieurs, métiers de l'environnement,...

Cet enseignement de spécialité en Sciences de la vie et de la terre renforce aussi la culture scientifique et technique, à présent indispensable à tout citoyen. La validation de l'enseignement de spécialité est assurée par une partie de l'épreuve du baccalauréat réservée, en plus de la partie commune, à ceux des élèves qui ont choisi de suivre cet enseignement en Sciences de la vie et de la terre.

cognitifs ».

³⁵ Pour gagner de la place, nous avons supprimé la présentation en colonne. Les points dont il est question ici apparaissent comme les « **Activités envisageables** ».

Unicité génétique des individus et polymorphisme des espèces

(Durée conseillée : 5 à 6 semaines)

La façon dont l'information génétique contenue dans l'œuf dirige l'édification des structures d'un organisme et assure leur renouvellement permanent a été envisagée en classe de première S. Les bases conceptuelles de la liaison entre le génotype et le phénotype sont désormais acquises et seront réinvesties en classe de terminale.

En terminale, il s'agit de faire prendre conscience de l'importance du polymorphisme génétique des espèces auquel est associée l'unicité génétique des individus. On étudie les mécanismes conduisant à ce polymorphisme – les mutations – et ceux aboutissant à la production d'individus ayant chacun un patrimoine génétique original à chaque génération – le brassage génétique assuré par la reproduction sexuée.

L'approche de quelques aspects de la génétique des populations humaines débouche sur une analyse critique de la notion de race dans l'espèce humaine.

La connaissance des mécanismes de la transmission des gènes au cours de la reproduction sexuée est réinvestie en génétique humaine ; la maîtrise du raisonnement probabiliste en ce domaine est un objectif important de la classe de terminale S.

Enfin, les problèmes soulevés par l'utilisation des techniques permettant l'analyse génétique des personnes conduisent à mettre de nouveau l'accent sur une dominante de cette partie du programme : les implications sociales des applications du savoir scientifique.

Contenus

- 1- Origine du polymorphisme génétique.
- 2- Mécanismes fondamentaux de la reproduction sexuée ; cycle de développement.
- 3- Brassage génétique assuré par la reproduction sexuée et unicité génétique des individus.
- 4- Diversité génétique des populations.
- 5- Prévisions en génétique humaine.
- *6- *Applications et implications des connaissances modernes en génétique humaine.*

Objectifs cognitifs

- 1 - Les mutations sont à l'origine du polymorphisme génétique. Elles peuvent consister en une substitution, une délétion, une addition d'un ou plusieurs nucléotides. Les polypeptides qui les expriment diffèrent du polypeptide initial.
 - Des mutations affectent en permanence le génome de l'ensemble des cellules de l'organisme. Seules celles affectant les cellules de la lignée germinale peuvent être transmises aux générations suivantes.
- 2 - Le cycle de développement de toutes les espèces à reproduction sexuée est marqué par l'alternance d'une phase diploïde et d'une phase haploïde.
 - La méiose, ensemble de deux divisions cellulaires, assure le passage de la phase diploïde à la phase haploïde. Chaque cellule issue de la méiose ne possède qu'un seul exemplaire de chaque paire de chromosomes, donc un seul allèle par gène.
 - La fécondation se caractérise par la mise en commun des n chromosomes de chaque gamète et rétablit l'état diploïde.
- 3 - Les cellules affectées par la méiose sont hétérozygotes à de nombreux loci. En conséquence, au cours de la première division de la méiose, le brassage intrachromosomique assuré par le crossing-over à la prophase et le brassage interchromosomique résultant du comportement indépendant des chromosomes de chaque paire à l'anaphase font que les cellules issues des méioses sont toutes génétiquement différentes.
 - La rencontre au hasard de gamètes génétiquement différents au cours de la fécondation conduit à doter tout zygote d'une combinaison originale des allèles des gènes de l'espèce.
- 4 - Au sein de toute population, il existe une variation génétique.
 - Par la pression sélective qu'ils exercent, des facteurs de l'environnement contribuent à augmenter la fréquence de certains allèles au sein de populations définies.
 - Les migrations tendent à diminuer les divergences génétiques entre les populations d'une espèce. La sélection naturelle les accentue dans le cas où les populations sont placées dans des conditions d'environnement différentes.
 - Il n'existe pas d'allèles spécifiques permettant de définir telle ou telle population humaine. Les populations humaines diffèrent par la fréquence relative des allèles de certains gènes.
- 5 - Les prévisions, en termes de probabilités qu'on peut faire sur le phénotype de la descendance d'un couple pour un caractère donné impliquent la connaissance :
 - du phénotype des ascendants du couple et/ou d'autres membres plus ou moins éloignés de la famille,
 - de la dominance ou de la récessivité des allèles du gène en cause,
 - de la localisation chromosomique du gène considéré.
- *6 - Le diagnostic prénatal est fondé sur :
 - la recherche des anomalies chromosomiques, par l'analyse des caryotypes ;
 - les techniques du génie génétique permettant, pour un nombre croissant de gènes, de réaliser une analyse génétique des individus dès le stade embryonnaire.
- * - La connaissance des risques d'anomalies fonde les actions de prévention et ouvre des perspectives thérapeutiques.
- * - Les applications modernes de la génétique humaine soulèvent des problèmes bioéthiques.

Activités envisageables

- 1 - Analyse d'une carte d'identité génétique.
 - Exploitation de données, informatiques ou non, sur les allèles de quelques gènes.
 - Exploitation du tableau du code génétique.
 - Détermination du polypeptide codé par un allèle d'un gène.
- 2 - Étude du cycle biologique d'une part, de l'Homme ou d'un autre mammifère, d'autre part d'un être vivant à phase haploïde dominante comme *Neurospora*.
 - Observation de figures de méiose et de fécondation.
 - Analyse de caryotypes de cellules haploïdes et de cellules diploïdes.
 - Observation de coupes de tubes séminifères et d'ovaire.

- 3 - Analyse de résultats de croisements en monohybridisme et en dihybridisme, sans et avec crossing-over.
 - Réalisation, observation et analyse de préparations microscopiques d'asques de champignon ascomycète dans un cas de monohybridisme.
 - Analyse de résultats de test-cross chez un organisme diploïde.
 - Établissement de schémas d'interprétation des croisements en utilisant des représentations de chromosomes.
- 4 - Exploitation d'un tableau sur les fréquences de plusieurs gènes dans les populations humaines.
- 5 - Exploitation d'arbres généalogiques.
- *6 - Analyse d'arbres généalogiques permettant d'évaluer la probabilité d'expression d'une maladie ou d'une malformation dans la descendance.
 - Classement de chromosomes humains pour réaliser un caryotype.
 - Analyse de caryotypes de cellules recueillies par amniocentèse ou biopsie fœtale.
 - Analyse de résultats d'électrophorèse d'enzymes ou d'ADN.
 - Principe de l'établissement de la cartographie du génome humain ; distance entre gènes, groupes de liaison.
 - Carte d'identité génétique.

Mécanismes de l'immunité

(durée conseillée : 4 à 5 semaines)

Ce chapitre permet de réinvestir et d'élargir des acquis des classes de Première et Terminale relatifs au programme génétique : il apporte, en particulier, une illustration de son expression polymorphe et une explication du maintien des caractéristiques moléculaires déterminant le soi d'un individu.

Il repose aussi sur les connaissances de la classe de Troisième concernant la reconnaissance du non-soi qui entraîne des réactions immunitaires à médiation cellulaire et humorale. Il s'agit d'approfondir ces notions en intégrant leur étude à celle du déroulement de réactions précises : rejet de greffe, éliminations des micro-organismes bactériens et viraux. Certains aspects des limites de l'immunité sont abordés : maladies auto-immunes, cancers, déficits immunitaires à l'origine de certaines maladies telles que le SIDA.

L'immunologie est un des domaines où les connaissances progressent très rapidement, mais il s'agit d'en rester au niveau des concepts majeurs : notion de soi modifié, récepteur de haute spécificité, interrelations cellulaires directes et par des interleukines, rôle central des lymphocytes T4. La voie classique d'activation du Complément est seule envisagée et les différentes classes d'immunoglobulines ne sont pas étudiées. Dans cet esprit, le principe de l'éducation au soi des lymphocytes est évoqué mais ses mécanismes ne sont pas développés. De même, la notion de lymphocytes T suppresseur, encore très controversée, n'est pas abordée.

Contenus

1- Soit non-soi

2- Bases de l'immunocompétence

- a. Origine des cellules immunitaires
- b. Caractéristiques des récepteurs lymphocytaires
- c. Formation et sélection des clones immunocompétents

3- Déroulement de la réponse immunitaire

- a. Aspects non spécifiques de la réponse immunitaire
- b. Aspects spécifiques de la réponse immunitaire

Objectifs cognitifs

1 - Le soi d'un individu est défini par l'ensemble des particularités moléculaires résultant de l'expression de son génome.

- Certaines molécules exprimées sur ses membranes cellulaires constituent des marqueurs de son identité : groupe sanguin par exemple et surtout système HLA.
- Le système CMH (HLA chez l'Homme) correspond à une famille de protéines membranaires que code un groupe de gènes liés, très polymorphes. Malgré ce polymorphisme, ces protéines présentent un fort degré de similitude chez les individus d'une même espèce. Ce système participe directement au déclenchement de réactions immunitaires.
- Le non-soi est constitué par toutes les molécules différentes du soi qui, apparues dans l'organisme, entraînent des réactions immunitaires non spécifiques ou spécifiques. Dans ce dernier cas, l'élément du non-soi reconnu est nommé antigène ; il est le plus souvent macromoléculaire et porte de nombreux déterminants antigéniques.
- Le non-soi provient du milieu environnant ou d'une modification des molécules du soi.

2a - Les cellules du système immunitaire sont issues de la moelle osseuse. Ce sont des leucocytes circulants et tissulaires parmi lesquels on distingue des cellules impliquées dans les aspects spécifiques des réactions : les lymphocytes.

- Les lymphocytes acquièrent leur capacité à distinguer le non-soi – leur immunocompétence – par une maturation dans les organes lymphoïdes centraux : moelle osseuse pour les lymphocytes B, thymus pour les lymphocytes T.

2b - L'acquisition de l'immunocompétence correspond, pour chaque lymphocyte, à l'expression membranaire de récepteurs spécifiques d'un déterminant antigénique donné : anticorps membranaires pour les lymphocytes B, récepteurs T pour les lymphocytes T.

- Les récepteurs des deux types de lymphocytes sont constitués de plusieurs chaînes polypeptidiques présentant des segments constants et des segments variables ; ces derniers correspondent aux sites de reconnaissance des déterminants antigéniques.

La diversité des récepteurs exprimés par l'ensemble des lymphocytes permet la reconnaissance de plusieurs centaines de millions d'antigènes différents : elle constitue le répertoire immunologique.

- Les récepteurs B peuvent reconnaître un antigène isolé. Les récepteurs T reconnaissent le soi modifié, constitué par des déterminants antigéniques associés à des protéines du HLA, ou, dans le cas des allogreffes, des molécules HLA du donneur.

2c - La maturation des lymphocytes conduit à l'apparition de clones possédant des spécificités très variées. Ceux qui reconnaissent le soi étant éliminés ou bloqués (tolérance au soi), les autres sont ainsi sélectionnés. Ils constituent les populations lymphocytaires immunocompétentes qui contrôlent le maintien des caractéristiques moléculaires du soi d'un individu.

- Le dérèglement du système immunitaire peut conduire à l'apparition d'effets pathologiques variés : maladies auto-immunes, cancers.

3a - La réponse immunitaire, dans ses aspects non spécifiques, peut avoir lieu dans tout l'organisme ; elle est caractérisée par la phagocytose de tout élément du non soi et son élimination ; elle permet d'induire la réponse immunitaire spécifique.

3b - La réponse immunitaire, dans ses aspects spécifiques, est induite dans tous les organes lymphoïdes périphériques (rate, ganglions lymphatiques...) colonisés par les cellules immunocompétentes.

Cette réaction met en jeu :

- des processus de reconnaissance spécifiques intéressant tant la phase d'induction que la phase effectrice de la réponse,
- des communications intercellulaires dans lesquelles les lymphocytes T4 ont un rôle central :
 - + par contact direct avec les macrophages,
 - + par libération de messagers chimiques.
- les interleukines, entraînant l'expansion clonale des cellules sélectionnées et leur différenciation en plasmocytes producteurs d'immunoglobulines (réponses à médiation humorale) et lymphocytes T cytotoxiques (réponses à médiation cellulaire).
- des mécanismes effecteurs aboutissant à la neutralisation des antigènes ou à la destruction des cellules qui les portent, soit par activation du complément, soit directement par contact avec des lymphocytes T cytotoxiques. Dans tous les cas, la phagocytose des produits de neutralisation et de destruction est activée ; une réaction inflammatoire l'accompagne. Les clones T4 et certains clones B constituent les supports de la mémoire immunitaire, dont le principe est exploité dans la vaccination et certains tests de dépistage.

Activités envisageables

1 - Analyse de documents présentant l'évolution de greffes ou de transplantations.

2a - Observation de frottis sanguins colorés (dans les limites réglementaires, cf NS n° 93077 du 12/01/93). Observation de phagocytes et lymphocytes.

2b - Étude de documents relatifs aux récepteurs lymphocytaires.

3a - Observation de documents illustrant la phagocytose.

3b - Observation de plasmocytes et de cellules cytotoxiques. Étude de la cinétique de réactions immunitaires à partir de données expérimentales (taux d'anticorps circulants, plages d'hémolyse locale...). Observation de l'activité hémolytique du complément. Réalisation de réactions d'hémagglutination (sang de mouton, de cheval), de tests de précipitation de complexes antigène-anticorps. Étude de documents relatifs aux techniques d'immunomarquage (immuno-fluorescence, marquages immunoenzymatiques, immunomarquage à l'or colloïdal, test ELISA...). Réalisation de tests basés sur l'immunomarquage (recherche de séropositivité, tests de grossesse).

Aspect du fonctionnement des centres nerveux

(durée conseillée : 6 semaines)

Les études de la classe de Terminale s'appuient sur les connaissances de la classe de Seconde relatives au fonctionnement et à l'organisation des réseaux neuroniques, supports des réactions de l'organisme à des stimulations diverses.

Elles sont axées, dans un premier temps, sur les mécanismes qui confèrent aux centres nerveux leur capacité à traiter les multiples informations qui leur parviennent et à émettre des messages efférents entraînant une réponse coordonnée de plusieurs organes effecteurs. Ces études, au niveau cellulaire, des mécanismes explicatifs des propriétés intégratrices du système nerveux sont envisagées dans le cas du réflexe de posture, exemple de motricité somatique.

Dans un deuxième temps, les notions ainsi acquises sont réinvesties dans l'étude du rôle des centres nerveux supérieurs dans la commande motrice.

*** Spécialité.** Des aspects biochimiques du fonctionnement des centres nerveux sont l'objet d'un approfondissement dans l'enseignement de spécialité. Le sujet conduit à mettre l'accent sur la liaison entre recherche fondamentale et recherche appliquée.

L'outil informatique est particulièrement utile pour aborder ces sujets de neurophysiologie. Outre l'expérimentation assistée par ordinateur, il existe plusieurs logiciels de simulation complémentaires les uns des autres permettant de mettre les élèves en situation d'investigation.

Contenus

1- Les propriétés intégratrices des centres nerveux et le fonctionnement des neurones

- a. Un exemple de motricité somatique : le réflexe de posture
- b. Mécanismes sous-tendant la genèse de signaux nerveux : les potentiels d'action
- *c. (spécialité) Les phénomènes ioniques à la base du potentiel d'action
- d. Genèse du message nerveux au niveau d'un récepteur sensoriel
- e. Caractéristiques du fonctionnement des synapses
- f. Sommatation spatiale et sommation temporelle au niveau neuronique
- g. Bilan de l'activité du centre nerveux

2- L'activité cérébrale

La motricité dirigée

*3- (spécialité) Aspects biochimiques du fonctionnement nerveux

Objectifs cognitifs

1a - La motricité somatique assure le maintien de la posture, notamment par des mécanismes réflexes ; parmi ceux-ci le réflexe myotatique joue un rôle prépondérant.

- À chaque instant, les centres nerveux traitent les multiples messages qui leur parviennent et élaborent des messages efférents entraînant une mise en jeu coordonnée d'organes effecteurs déterminés. Les messages nerveux sont transmis en permanence dans l'organisme par des chaînes de neurones organisées en réseaux.

1b - Le traitement des informations par un centre nerveux est rendu possible par le fait que tous les messages qu'il reçoit ou émet sont constitués de potentiels d'action.

La genèse de potentiel d'action repose sur l'existence d'un potentiel dit de repos, propriété commune à toutes les cellules.

- Les neurones émettent un potentiel d'action si leur membrane est dépolarisée jusqu'à une valeur-seuil : le seuil de dépolarisation.

Par l'intermédiaire de courants locaux, le potentiel d'action est constamment régénéré lors de la conduction le long d'une fibre : il conserve ainsi toutes ses caractéristiques.

***1c - (spécialité)** Le potentiel d'action résulte, pour l'essentiel, d'un changement temporaire de la perméabilité membranaire aux ions Na^+ , dû à l'ouverture puis à la fermeture séquentielles de protéines membranaires : les canaux ioniques voltage-dépendants.

1d - L'originalité d'un récepteur sensoriel réside dans son aptitude à réagir à un stimulus déterminé, avec une très grande sensibilité.

- Il en résulte une modification du potentiel membranaire, le potentiel de récepteur, graduable en fonction de l'intensité du stimulus. Si ce potentiel de récepteur dépasse le seuil de dépolarisation, il en résulte la genèse de potentiels d'action.

- Le message nerveux se traduit, au niveau d'une fibre nerveuse, par une succession de potentiels d'action, d'amplitude constante, dont la fréquence code l'intensité de la stimulation.

1e - Ce message conserve ses caractéristiques lors de la conduction le long de la fibre. Le message nerveux est transmis d'un neurone à d'autres ou à des cellules effectrices par des synapses. Au niveau d'une synapse, le message nerveux présynaptique codé en fréquence de potentiels d'action est traduit en message chimique codé en concentration de neurotransmetteur.

- La fixation des molécules du neurotransmetteur aux récepteurs de la membrane post-synaptique induit un changement du potentiel membranaire nommé potentiel post-synaptique, excitateur ou inhibiteur.

- L'action des molécules du neurotransmetteur est très fugace, ce qui autorise une modulation très fine de l'activité du neurone post-synaptique.

1f - Dans un centre nerveux, chaque neurone reçoit au niveau de ses dendrites et du corps cellulaire de multiples afférences, les unes excitatrices, les autres inhibitrices, provenant de très nombreux neurones. Il réalise une sommation spatiale et temporelle des multiples messages qu'il reçoit. Il en résulte un potentiel post-synaptique global qui varie à chaque instant ; s'il dépasse le seuil de dépolarisation au niveau du segment initial de l'axone, il naît un message codé en fréquence de potentiels d'action

1g - Au cours du fonctionnement des réseaux neuroniques supports des réactions comportementales, le traitement des messages au niveau des multiples synapses en jeu est tel que les motoneurons innervant les muscles et assurant la réaction sont excités, tandis que ceux des muscles antagonistes sont inhibés. C'est ce qui explique la mise en jeu coordonnée des organes effecteurs.

2 - L'encéphale est une structure privilégiée et protégée du traitement de l'information. Le cerveau présente un très grand nombre de neurones dont les interconnexions sont en nombre considérable. Les comportements moteurs sont déclenchés par des stimulations venues de l'extérieur et de l'intérieur de l'organisme, intégrées à différents niveaux de l'encéphale.

- La réalisation d'un mouvement intentionnel nécessite une intégration permanente des informations sensibles aux commandes motrices dans les neurones des centres nerveux. Le déclenchement de l'activité gestuelle met en jeu des centres sous-corticaux et cérébelleux.

- Une phase réflexe lente d'ajustement sensori-moteur implique le cortex et le tronc cérébral.

- Le cortex avec ses afférences sensorielles est prépondérant dans l'affinement terminal du mouvement.

***3 - (spécialité)** De nombreux neurotransmetteurs interviennent dans le fonctionnement nerveux.

- La connaissance des aspects biochimiques du fonctionnement nerveux contribue à la compréhension des comportements humains et induit des applications médicales.

Activités envisageables

1a - Mise en place des circuits neuroniques médullaires mobilisés au cours du réflexe myotatique.

- Étude des supports anatomiques et cytologiques intervenant dans la réalisation du réflexe.

- Analyse d'enregistrements sur l'activité de fuseaux neuro-musculaires.

1c - (spécialité) Expérimentation sur la genèse de potentiels membranaires en fonction :

- Des concentrations en ions de part et d'autre de la membrane.

- Des caractéristiques de la perméabilité de la membrane.

- Utilisation de logiciels de simulation.

1d - Enregistrement de l'activité électrique des neurones.

- Utilisation de logiciels de simulation

- Fibre nerveuse

- Neurosim

- Synapses

1e - Étude de l'organisation de synapses et de la transmission synaptique.

1f - Étude de résultats expérimentaux montrant la mise en jeu de synapses excitatrices et inhibitrices au cours du réflexe étudié.

2 - Étude de l'organisation de l'encéphale.

- Organisation du cortex cérébral.

- Exploitation de clichés d'activité cérébrale.

- Analyse d'enregistrements sur l'activité de neurones du cortex pariétal.

***3 - (spécialité)** Analyse expérimentale (exploitation de documents) relative à la diversité des neurotransmetteurs dans le cas de la douleur.

- Analyse de documents relatifs à l'action de drogues.

- Étude de données expérimentales relatives à l'action de la morphine au niveau de la moelle épinière.

Fonctionnement d'un système de régulation

(Durée conseillée : 4 à 5 semaines)

Les notions d'hormone, de communication nerveuse et hormonale, ont déjà été abordées. En classe Terminale il s'agit, à travers l'étude de la régulation du taux des hormones sexuelles des Primates, de permettre la maîtrise, par les élèves, des concepts relatifs au

fonctionnement d'un système de régulation.

**(spécialité) Ces concepts, et les méthodes acquises, sont réinvestis en enseignement de spécialité dans l'étude d'une régulation neuro-hormonale, celle de la pression artérielle.*

L'étude de la régulation du taux des hormones sexuelles mâles permet de dégager, en s'appuyant sur les acquis, les concepts à établir. Ceux-ci éclairent la compréhension de la régulation du taux des hormones sexuelles femelles. Il ne sera demandé aucun transfert à d'autres systèmes de régulation.

L'exemple choisi permet aussi de montrer comment l'action coordonnée d'un ensemble d'hormones rend possible la reproduction sexuée, et d'expliquer comment cette connaissance a fondé les progrès de la médecine dans ce domaine. Dans cette perspective, les problèmes éthiques liés à ces progrès sont abordés.

Enfin, sans étude des mécanismes, on envisage, à partir d'un exemple pris chez les Mammifères, les conséquences de l'intervention de facteurs divers de l'environnement sur les régulations étudiées.

Dans l'ensemble du chapitre, on n'aborde pas l'aspect moléculaire de l'action des hormones. En particulier, l'étude des variations du nombre de récepteurs aux gonadostimulines et les conséquences dans la cellule-cible de la liaison hormone-récepteur ne sont pas au programme.

Contenus

1) Régulation des taux d'hormones sexuelles

- a. Régulation du taux des hormones sexuelles mâles
- b. Caractéristiques d'un système de régulation
- c. Régulation du taux des hormones sexuelles femelles
- d. Caractéristiques du système de régulation des taux d'hormones femelles (variations cyclique)
- e. Applications médicales

*2) (spécialité) Régulation neuro-hormonale de la pression artérielle

Objectifs cognitifs

1a - *Le maintien d'un taux sensiblement constant d'hormones sexuelles mâles, indispensable au bon déroulement de la reproduction sexuée, est déterminé et réglé par le complexe hypothalamus-hypophysaire.*

- *La testostérone entretient les caractères sexuels primaires et secondaires et contribue à la production de spermatozoïdes : sa sécrétion continue par les cellules interstitielles des testicules, compensant sa désintégration permanente, est indispensable à la réalisation de la reproduction sexuée.*

- *Cette sécrétion, ainsi que la gamétogenèse, sont déterminées par la production continue des gonadostimulines hypophysaires – FSH et LH –, induite par la sécrétion pulsatile de GnRH, neurohormone hypothalamique.*

- *Les variations du taux de testostérone sont détectées par le complexe hypothalamus-hypophysaire qui adapte en conséquence la sécrétion des gonadostimulines : les variations du taux de testostérone sont ainsi compensées.*

1b - *Tout système de régulation implique au moins : des capteurs, un système de transmission de l'information et des organes effecteurs. Les capteurs détectent, à chaque instant, les variations du paramètre physiologique à régler. Ils émettent des messages, finalement transmis aux organes effecteurs. Dans le cas de la régulation du taux d'hormones mâles, la réaction ramène la valeur de la variable à la valeur de référence (rétroaction négative).*

1c - *Chez la femelle, le complexe hypothalamus-hypophysaire détermine et règle de façon cyclique la sécrétion des hormones ovariennes, ce qui a pour conséquence le fonctionnement cyclique des organes cibles de ces hormones. Cette coordination aboutit à réunir les conditions optimales d'une fécondation et d'une nidation.*

- *L'évolution cyclique des follicules ovariens entraîne la sécrétion également cyclique des oestrogènes et des progestagènes. Les organes cibles de ces hormones, utérus en particulier, évoluent donc, aussi, de façon cyclique. Au moment de l'ovulation, l'organisme de la femelle est prêt à la fécondation.*

- *Cette évolution, donc la production des hormones ovariennes, est sous le contrôle de la sécrétion des gonadostimulines hypophysaires – FSH et LH –, elle-même permise par la sécrétion pulsatile de GnRH, neuro-hormone hypothalamique. L'événement majeur du cycle est la libération brutale de LH, qui provoque l'ovulation.*

1d - *Le caractère cyclique de la sécrétion des gonadostimulines hypophysaires est lié à des rétroactions négatives et positives entre ovaire et complexe hypothalamo-hypophysaire. En particulier, comme chez le mâle, celui-ci capte à chaque instant les variations du taux des hormones produites par les gonades, et adapte en conséquence la sécrétion des gonadostimulines.*

- *Dans le cas de la régulation des taux d'hormones femelles un jeu de rétroactions positives et négatives permet d'adapter les valeurs aux besoins physiologiques.*

- *L'activité du complexe hypothalamo-hypophysaire, centre intégrateur des messages nerveux et hormonaux, peut être modulée par des messages nerveux engendrés par des stimulus externes : l'activité reproductrice des Mammifères est influencée par des facteurs de l'environnement, de façon variable selon les espèces.*

1e - *Les connaissances acquises dans le domaine de la régulation du taux des hormones sexuelles ont rendu possible la mise au point des méthodes permettant d'assurer la maîtrise de la reproduction (contraception orale, FIVETE...).*

***2** - *(les objectifs cognitifs sont ceux relatifs au fonctionnement des systèmes de régulation énoncés ci-dessus)*

Activités envisageables

1a - Exploitation de données concernant l'évolution des caractères sexuels mâles et femelles au moment de la puberté.

- Exploitation de résultats de castrations, greffes, injections.
- Observation microscopique de coupes de testicule de Mammifère.
- Observation d'encéphales de Mammifères permettant de localiser la région hypothalamique et l'hypophyse.
- Étude comparée des variations des taux de testostérone et de gonadostimulines.

1b - Établissement du schéma fonctionnel du système de régulation du taux de testostérone.

1c - Observation microscopique de coupes d'utérus, de frottis vaginaux.

- Observation microscopique de coupes d'ovaires.
- Étude de courbes montrant le synchronisme des variations des taux d'hormones ovariennes et hypophysaires.

1d - Établissement du schéma fonctionnel du système de régulation du taux d'hormones ovariennes

1e - Analyse de documents concernant des contraceptifs oraux (RU 486), des procréations médicalement assistées.

- Analyse de textes relatifs aux problèmes éthiques liés aux progrès médicaux dans la maîtrise de la reproduction humaine.

***2** - **(spécialité)** Analyse expérimentale (EXAO, simulation, exploitation de documents) de la régulation de la pression artérielle.

Histoire et évolution de la Terre et des Êtres vivants

(Durée conseillée : 10 semaines)

La Terre et sa biosphère sont le résultat d'une longue histoire commune, durant laquelle les interactions entre les différentes enveloppes de la planète et les êtres vivants ont été nombreuses.

Cette partie de programme mobilise les connaissances acquises, tant en Sciences de la Terre qu'en Sciences de la Vie, dans les classes précédentes, et, pour les Sciences de la Vie, en Terminale. Elle vise à faire percevoir ces interactions. En initiant aux mécanismes, encore largement hypothétiques, de l'évolution biologique, elle aide à comprendre la dynamique de la biodiversité. Elle permet un contact, développé en enseignement de spécialité, avec quelques méthodes de la géologie historique.

Ainsi se justifie l'étude des premières étapes de l'évolution de la Terre, située par rapport à celle du Système solaire : elles ont permis l'apparition de la Vie, son développement influençant et étant influencé par les modifications de l'atmosphère liées à celles de la Terre profonde et à l'appartenance de la Terre au Système solaire.

L'analyse, nécessairement limitée, de quelques aspects de l'histoire géologique, puis celle des changements intervenus lors d'une des crises du monde vivant (la "crise" Crétacé-Paléocène) mettent en place les conditions et le cadre changeants de l'évolution, dont les mécanismes sont alors envisagés.

Une étude de l'évolution humaine, brièvement abordée en enseignement commun, *approfondie, sur la base d'activités pratiques, en enseignement de spécialité*, intéressante en elle-même, l'est aussi en ce qu'elle illustre les interactions entre évolution biologique et environnement.

Contenus

1- Aspects de l'histoire et de l'évolution de la Terre (durée conseillée : 2 semaines)

a- Formation de la Terre et premières étapes de l'évolution de la Vie

b- La reconstitution de l'histoire géologique

- La dynamique des masses continentales

*- (spécialité) Les roches, produits et témoins du temps

2- Changements géologiques et modifications de la Biosphère

(exemple: la crise Crétacé-Paléocène, durée conseillée : 2 à 3 semaines)

Disparition, apparition, expansion et diversification des espèces et des groupes ; crises et coupures géologiques .

*- (spécialité) Des causes géologiques en discussion

3- L'évolution de la vie (durée conseillée : 3 à 4 semaines)

a- Relations de parenté entre les êtres vivants

. Unité et diversité du monde vivant ; explication des faits observés

. Établissement de phylogénies

b- Mécanismes de l'évolution

. Innovation génétique ; conservation de l'innovation génétique

. Isolement reproductif et spéciation

4- Évolution biologique et changement de l'environnement : la lignée humaine (durée conseillée : 2 semaines)

a- L'homínisation

b- Les aspects chromosomiques de l'homínisation

c- Évolution humaine et environnement

Objectifs cognitifs

1- L'exploitation des données actuellement disponibles conduit les astrophysiciens à la conception suivante :

- La formation de notre univers remonte à 15 milliards d'années

- Une explosion initiale a été suivie d'une phase d'expansion qui se poursuit actuellement.

- L'Univers, d'abord homogène, dense et très chaud, est devenu hétérogène, avec – la formation des éléments chimiques, atomes et molécules – la naissance des étoiles et des planètes.

1a - La radioactivité de certains éléments des minéraux des roches permet de calculer leur âge absolu.

- L'ensemble du système solaire, dont la Terre, s'est formé il y a environ 4,5 milliards d'années. Constituée progressivement par accrétion, la terre s'est différenciée en enveloppes concentriques selon la densité de ses constituants.

- Un dégazage de la planète, la condensation de l'eau, donnent naissance à l'hydrosphère et à une atmosphère dépourvue de dioxygène mais riche en dioxyde de carbone.

- Quelle qu'en soit l'origine (terrestre ou extra-terrestre), la Terre primitive était riche en molécules prébiotiques. Le mécanisme du passage de ces molécules à la cellule est encore très problématique.

- L'apparition des premiers êtres vivants – probablement des bactéries – attestée notamment par les roches auxquelles ils ont donné naissance, a lieu dans l'hydrosphère.

- Le dioxyde de carbone atmosphérique est progressivement fixé par les êtres vivants. La photosynthèse apparaît et produit du dioxygène, d'abord fixé dans les roches puis libéré dans l'atmosphère. La composition de celle-ci est ainsi modifiée.

- Une partie du dioxygène libéré forme de l'ozone, constituant progressivement en haute atmosphère une couche qui protège les êtres vivants des rayons ultra-violet à courte longueur d'onde.

- L'augmentation du taux atmosphérique de dioxygène jusqu'au niveau actuel permet la respiration aérienne.

- Une liaison étroite existe entre les premiers stades de l'évolution des êtres vivants et les modifications de l'atmosphère terrestre.

1b - Du fait de la dynamique du globe, les masses continentales ont occupé des positions différentes au cours des temps géologiques.

- L'étude du paléomagnétisme, associée à d'autres méthodes, permet d'établir leur position à une époque donnée.

- Les déplacements relatifs des continents, rassemblés ou séparés, modifient les circulations océaniques et atmosphériques, les climats, les biotopes et la

répartition des êtres vivants.

***- (spécialité)** Les déplacements relatifs des masses continentales créent de nouvelles conditions thermodynamiques qui induisent des déformations et la genèse de nouveaux minéraux.

- L'étude des fossiles stratigraphiques renseigne sur l'âge des roches et sur la chronologie des phénomènes.
- Les minéraux des roches reflètent les conditions thermodynamiques qui ont présidé à leur formation.
- L'étude de la durée ou de la vitesse actuelle des phénomènes permet d'appréhender la durée des événements géologiques anciens.

2 - Des espèces disparaissent, d'autres apparaissent en permanence.

- Des périodes de crises sont marquées par des extinctions massives d'espèces et de groupes systématiques, attestées par l'absence de fossiles correspondant dans les strates plus jeunes. Ces crises sont utilisées pour marquer des coupures dans les temps géologiques.

- La crise Crétacé-Paléocène est marquée par la disparition totale, il y a 65 millions d'années, des Dinosaures, Ammonites, de la majorité des espèces du plancton marin. On a fait de cette crise la limite entre les ères secondaire et tertiaire.

- Certaines formes, familles, genres, espèces (insectes, Foraminifères, Reptiles, Poissons, Mammifères, Plantes à fleurs...) survivent à la crise. Ils se diversifient très rapidement dès le début du tertiaire (apparition, par exemple, des premiers Primates) en occupant à nouveau toutes les niches écologiques.

***- (spécialité)** Des modifications brutales des conditions physique-chimiques de la planète (climats, pluies acides, éclaircissement...) ont accompagné les disparitions et changements dans la faune et la flore, à la limite Mésozoïque-Cénozoïque.

- Les changements physico-chimiques et les changements biologiques sont attribués à des causes géologiques, en discussion (impact d'un ou plusieurs astéroïdes, volcanisme paroxystique...). Les arguments développés s'appuient sur des datations de roches, des observations et des études de fossiles et de micro fossiles, d'affleurements, de minéraux, d'éléments chimiques, ainsi que sur le paléomagnétisme et la reconstitution du mouvement des plaques.

3a - L'échelle stratigraphique, couplée avec les mesures de radioactivité, permet de connaître le cadre temporel de l'évolution de la Vie.

- L'évolution est la seule explication scientifique qui rende compte des constats : unité, diversité du monde vivant et changements ayant eu lieu au cours des temps géologiques.

- L'évolution implique une filiation entre les espèces ; les espèces actuelles dérivent d'ancêtres communs plus ou moins éloignés dans le temps ; une origine commune à toutes les espèces est hautement probable.

- Des relations de parenté entre les êtres vivants peuvent être proposées à partir de l'étude de caractéristiques morphologiques, anatomiques et embryologiques d'organismes actuels et fossiles.

- La recherche des parentés s'appuie également sur des comparaisons, au niveau moléculaire, de séquences de gènes homologues ou de produits de l'expression de ces gènes.

- La prise en compte des résultats obtenus par ces diverses méthodes contribue à établir des phylogénies.

3b - Des accidents génétiques sont source d'innovations :

- les mutations jouent un rôle fondamental et sont à l'origine des différents allèles d'un gène ; typiquement spontanées, non orientées, elles interviennent avec une faible fréquence mais peuvent toucher de nombreux gènes et devenir plus nombreuses sous l'influence de certains facteurs du milieu.

- des duplications géniques peuvent intervenir et une évolution divergente des duplicata produits peut expliquer l'apparition de gènes nouveaux.

- des gènes nouveaux peuvent aussi résulter de la duplication et de la réassociation de fragments de gènes préexistants.

- La reproduction sexuée, en assurant la transmission aléatoire des allèles et gènes nouveaux, favorise les combinaisons alléliques originales.

- Les innovations génétiques peuvent se traduire ou non dans le phénotype. Si certaines mutations sont neutres, d'autres s'expriment et peuvent même avoir des conséquences importantes, surtout si ce sont des gènes du développement qui sont touchés.

- La sélection naturelle, s'exerçant sur des populations soumises à des conditions de milieu différentes, privilégie la conservation des allèles ou associations alléliques favorables dans les conditions écologiques du moment.

- La spéciation ou naissance d'espèces nouvelles à partir d'une espèce-mère implique l'isolement reproductif entre des populations de l'espèce-mère considérée.

- L'isolement reproductif, donc la spéciation, peut résulter de modifications génétiques indépendantes du milieu, ou d'une divergence génétique lors de la séparation géographique de populations de la même espèce.

4a - L'homínisation est l'acquisition progressive des caractéristiques morphologiques et culturelles de la lignée humaine, ainsi que du langage.

- Les caractères morphologiques, anatomiques, culturels qui distinguent l'Homme, se sont mis en place à travers l'individualisation rapide de formes humaines : certains Australopitèques, Homo habilis, Homo erectus, Homo sapiens.

4b - Une grande parenté existe entre le matériel génétique de l'Homme actuel et celui des Singes anthropomorphes. Elle induit l'idée qu'il existe entre eux des relations phylogéniques.

- Une modification de certains gènes de régulation, en relation avec des changements d'habitat, pourrait être intervenue dans l'évolution humaine.

***4c - (spécialité)** Des méthodes d'étude permettent de reconstituer les paléoenvironnements dans lesquels la lignée humaine a évolué au Quaternaire.

- L'Homme contribue aux modifications actuelles de l'atmosphère, de l'hydrosphère et de la biosphère. Elles sont, en partie, limitées par l'effet tampon des grandes masses des enveloppes superficielles.

Activités envisageables

1- (cette partie sera présentée brièvement, avec la prudence que requiert le caractère hypothétique des connaissances, sans recourt à des activités d'élèves).

1a - Exploitation de résultats de mesures de radioactivité de certains éléments chimiques.

- Étude de documents permettant de dater l'atmosphère terrestre.

- Étude, sur documents, de la composition des gaz dans les nébuleuses, des poussières planétaires, des molécules organiques des météorites.

- Analyse des expériences de Miller, Oparine,...

- Observation de stromatolithes sur lames minces et/ou sur documents.

- Étude, sur documents, de gisements archéens, choisis en fonction de leur intérêt dans la reconstitution de l'atmosphère et de la vie primitives (ex : gisements d'or d'Afrique du Sud, de la région de « North pole » en Australie, d'Ishua au Groenland ; gisements de « fer rubané » ;...)

- Analyse de données relatives à la variation du taux de dioxygène atmosphérique.

1b - Reconstitution de la position relative des masses continentales à partir de documents se rapportant aux anomalies magnétiques océaniques ou aux variations de paléolatitudes des continents.

- Reconstitution de la dérive d'un continent (l'Inde par exemple) en intégrant les données fournies par les points chauds et la magnétostratigraphie.

- *- (**spécialité**) Étude, sur affleurements (ou leur photographie), sur cartes, sur échantillons, sur lames minces des relations géométriques entre éléments géologiques (superposition, recoupement, inclusion,...).
 - Exploitation de données fournies par des affleurements, des cartes, des échantillons fossilifères,... pour dater relativement terrains et déformations.
 - Observation à l'œil nu, au microscope polarisant, au MEB, de roches, de minéraux altérés ou corrodés.
 - Observation à toutes les échelles :
 - de successions de structures dans les roches,
 - de structures et minéraux reliques.
 - Étude sur affleurement (ou leur photographie), sur cartes, sur échantillons, sur lames minces,..., d'auréoles réactionnelles (réactions entre deux minéraux, auréole de métamorphisme de contact,...)
 - Étude, sur documents, de la vitesse d'un phénomène actuel (sédimentation, jeu d'une faille, diffusion d'un élément,...) et utilisation des informations obtenues pour « évaluer » la durée d'un événement géologique.
- 2 - Étude (à l'aide d'échantillons et/ou de documents) de la succession des fossiles dans une carotte océanique et une série prise dans un bassin sédimentaire (micro et macrofossiles).
- Mise en évidence de variations brutales de faunes ou flores.
 - Essai de corrélation faunistique entre deux enregistrements paléontologiques géographiquement séparés.
 - Observation de documents et de reconstitutions paléoécologies, relatifs au Crétacé supérieur et au Paléocène/Eocène.
- *- (**spécialité**) Étude, sur documents, ou sur le terrain quand la géologie locale le permet, de la limite Crétacé-Paléocène. Mise en évidence, sur documents, d'indices d'un grand impact (iridium, quartz choqués,...).
- Étude, sur documents, de la structure de Chixulub (Mexique) et des grands trapps du Deccan. Prise en compte de l'importance de ces événements (comparaison de taille avec d'autres impacts, importance volumétrique d'autres massifs volcaniques,...).
 - Étude des corrélations ou des non-corrélations entre grandes extinctions en masse, grands impacts ou grands phénomènes volcaniques.
 - Étude des variations climatiques engendrées par des éruptions volcaniques historiques majeures (ex : Laki au 18^{ème} siècle, Tambora et Krakatoa au 19^{ème} siècle, EL Chichon au 20^{ème},...).
- 3a - Illustration de parentés entre êtres vivants par l'étude sommaire, comme exemples :
- d'une lignée fossile.
 - de stades embryonnaires de formes différentes.
- À partir de documents, analyse comparée :
- de molécules différentes et de même fonction (insuline, une enzyme)
 - de séquences de gènes.
- Établissement, à titre d'hypothèses, de phylogénies entre espèces à partir de l'analyse de séquences illustrant des degrés de parentés moléculaires.
- Utilisation de logiciel(s).
- 3b - Exploitation de données sur la structure et la séquence de divers gènes, de façon à regrouper ceux qui font partie d'une famille multigénique.
- Exploitation de documents relatifs à :
- un exemple ancien (ex: concurrence édentés-autres mammifères lors de la liaison Amérique du Nord-Amérique du Sud, concurrence marsupiaux-placentaires au quaternaire,...)
 - un exemple actuel (paludisme, drépanocytose, phalène du bouleau,...)
- Exploitation de données relatives à un phénomène de spéciation.
- Étude d'exemples d'isolement géographique ayant favorisé une « évolution originale » (ex : Mammifères nains du Plioquaternaire méditerranéen, Marsupiaux d'Australie).
- 4a - Étude comparée :
- de moulages et/ou de reconstitutions d'éléments anatomiques rapportés aux espèces de la lignée humaine.
 - d'outils témoignant de leur culture.
- 4b - Étude comparée de caryotypes, de protéines, d'Homme et de singes anthropomorphes.
- *4c - Utilisation de documents (cartes géologiques, photographies aériennes,...) pour reconstituer l'extension des glaciations (terrasses, moraines, loess...).
- Comparaison de la flore actuelle avec celle révélée par les « archives polliniques ». Utilisation de fossiles et microfossiles pour reconstituer un paleo-environnement...
 - Exploitation de données relatives au rapport oxygène 18 / oxygène 16 dans les tests et coquilles carbonatées, les glaces des calottes polaires.

* * * * *

ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE EN CLASSES TERMINALES DES SÉRIES L ET ES.

(applicable en 1994-1995 et 1995-1996)

I. Unité et intégrité de l'organisme. Un exemple de corrélation: la régulation du taux des hormones sexuelles.

Commentaires.

La régulation de la sécrétion des hormones sexuelles.

On réinvestira les acquis de la classe de première sur la reproduction humaine. Les cycles sexuels étant connus, la constatation de leur simultanéité pose le problème de leur déterminisme. Les relations et le rôle des divers organes seront analysés, et on montrera

l'importance du complexe hypothalamo-hypophysaire.

II. L'activité cérébrale :

1. la fonction sensorielle ;
2. la motricité somatique ;
3. aspects biochimiques de l'activité cérébrale.

Commentaires.

Cette étude est destinée à illustrer et à expliquer certains aspects de l'activité encéphalique ; elle sera l'occasion de mettre en relation l'information sensorielle afférente et la commande motrice, de donner à la communication verticale un support anatomique et de situer les voies ascendantes et descendantes ainsi que leurs relais synaptiques.

1. La fonction sensorielle.

On rappellera l'existence de systèmes sensoriels, périphériques et centraux, recevant des stimulus externes et internes, la conduction des messages élaborés via les voies afférentes et le traitement de l'information recueillie dans les centres nerveux. On ne se limitera pas au cortex, et l'importance du tronc cérébral sera souligné. Des données sur les localisations cérébrales, l'existence de connexions avec le système limbique et l'hypothalamus seront apportées.

2. La motricité somatique.

On partira de l'analyse du comportement gestuel, exemple simple permettant d'aborder l'élaboration de la réponse motrice et d'envisager l'intervention hiérarchisée des différents centres nerveux, médullaires, sous-corticaux et corticaux. Ces centres reçoivent un flux ininterrompu d'informations afférentes.

On envisagera l'origine des messages nerveux au niveau des fuseaux neuro-musculaires et des organes neuromédiateurs de GOLGI, les voies afférentes et efférentes, les centres nerveux et les effecteurs mis en jeu. Ce réflexe simple présente des mécanismes de réglage et de contrôle. On abordera ainsi, outre le fonctionnement de la boucle \sim , celui de la boucle \varnothing l'existence de dispositifs inhibiteurs, l'intégration des messages excitateurs ou inhibiteurs au niveau des motoneurons. La notion d'innovation réciproque des muscles antagonistes sera précisée. Le sujet sera illustré par les apports des techniques d'investigation médicale. Des précisions sur l'organisation de l'encéphale et du tronc cérébral et l'histologie fonctionnelle du cortex enrichiront la connaissance du système nerveux central.

3. Aspects biochimiques de l'activité cérébrale.

Partant des acquis sur la transmission synaptique, on montrera à partir de quelques exemples la généralité de l'intervention de molécules de faible poids moléculaire dans le fonctionnement cérébral, faisant notamment intervenir des neurotransmetteurs et des morphines endogènes.

III. Un exemple de théorie scientifique. Des faits à la théorie synthétique de l'évolution.

Commentaires.

Il s'agit moins d'étudier les théories successives dans leur contexte philosophique et scientifique, depuis la naissance du concept de l'évolution au XVIII^e siècle, que de montrer au-delà du darwinisme les convergences des faits à l'origine de la théorie synthétique actuelle. On retiendra en priorité les faits relevant de la biologie moléculaire et de la paléontologie.

En partant de la théorie chromosomique de l'hérédité, on présentera quelques exemples permettant de dégager les apports des données de la biochimie comparée, liées au développement récent des méthodes d'étude des protéines. Parentés moléculaires entre espèces, plasticité du génome, mutations et réarrangements de l'ADN, variabilité des individus et complexification des fonctions peuvent représenter les aspects à retenir de ces bases moléculaires de l'évolution.

Les études paléontologiques situeront dans le temps la diversification morpho-anatomique (plans d'organisation) et physiologique. Celle-ci sera mise en relation avec les variations et la diversification des milieux de vie. L'importance de la variabilité génétique des populations, de l'isolement sexuel et la spéciation géographique seront abordées de façon simple. Un lien sera établi entre évolution biochimique et évolution des organismes à partir de l'étape essentielle que constitue l'apparition des cellules eucaryotes.

En conclusion, on montrera comment la théorie synthétique actuelle intègre les explications des théories anciennes et les aspects modernes, en retenant comme facteur principal d'évolution la sélection naturelle des populations dont les génotypes répondent le mieux aux exigences de leur milieu de vie.

* * * * *

PROGRAMMES DE LA CLASSE DE 6^E DES COLLÈGES *(applicables à la rentrée 1996)*

Les sciences de la vie et de la terre au collège

Le programme de 6^e s'inscrit dans la logique du nouveau collège, et dans la cohérence d'ensemble de l'enseignement de la discipline et de la formation scientifique de la 6^e à la 3^e.

I - Les objectifs visés.

Au terme de ces quatre années, on attend de chaque élève qu'il ait acquis des méthodes, nécessaires à la poursuite de ses études et utiles dans sa vie d'adulte et de citoyen, notamment en ce qui concerne l'esprit expérimental : qu'il ait appris à s'informer, en particulier à observer ; à raisonner, notamment à classer, relier, adopter une démarche expérimentale, faire preuve d'esprit critique ; à réaliser des manipulations, des montages expérimentaux simples, des mesures, des élevages, des cultures ; à communiquer dans un domaine

scientifique, oralement ou par écrit (ce qui suppose la maîtrise du langage en général et des spécificités du langage scientifique en particulier), mais aussi par le dessin et le schéma.

Dans la limite permise par les méthodes et les notions acquises, on attend aussi de l'élève sortant du collège qu'il puisse :

- expliquer les manifestations les plus courantes du fonctionnement de l'organisme humain ; choisir les comportements, les attitudes d'hygiène et de prévention en accord avec les connaissances acquises; utiliser la compréhension des principes simples de transmission du patrimoine héréditaire, et de la place de l'Homme dans la nature, pour fonder un comportement social ouvert et responsable (respect de la vie, des hommes et des femmes dans leur diversité...);
- identifier les composantes biologiques et géologiques essentielles de l'environnement, proche ou plus lointain, comprendre quelques-unes de leurs relations ; fonder sur cette connaissance, reliée à celles venant d'autres disciplines, un comportement responsable vis-à-vis de l'environnement (préservation des espèces, gestion des milieux et des ressources, prévention des risques);
- décrire les grandes étapes de l'histoire de la Terre et de la Vie et y situer l'Homme;
- appréhender, au-delà de sa diversité, l'unité et l'organisation du monde vivant, de la biosphère à la cellule;
- adopter une attitude ouverte et critique vis-à-vis des images et des informations sur le monde naturel et sur les sciences apportées par les médias.

II – Une progression pour les atteindre.

Le **cycle d'observation et d'adaptation** correspond à la 6^e. Le programme de cette classe, profondément rénové, est ancré dans le milieu proche et les pratiques humaines en vue de les rendre plus intelligibles.

L'enseignement s'appuie sur la curiosité et l'intérêt des élèves de cet âge pour la nature. Il repose essentiellement sur des activités pratiques permettant l'observation du concret, la manipulation, l'expérimentation personnelles, et comporte des aspects techniques. Il intègre les apports des technologies nouvelles.

Cet enseignement fait appel aux acquis, divers, de l'école primaire pour les renforcer, les compléter, finalement assurer à tous les élèves le fonds commun de méthodes et de connaissances nécessaire pour leur permettre d'aborder avec profit les classes suivantes. Le professeur veille à soutenir ceux qui rencontrent des difficultés pour acquérir ce socle commun.

La logique choisie conduit à réserver au **cycle central** (5^e-4^e):

- l'étude plus approfondie des fonctions du vivant faisant toute sa place à l'Homme au sein du monde vivant
- l'étude du fonctionnement de la planète, envisagée pour une bonne part en relation avec les préoccupations humaines (ressources, risques, équilibres), et celle de son histoire (histoire de la Terre et de la Vie).

Ces études privilégient l'éducation à la santé et à l'environnement.

Au **cycle d'orientation** (3^e) est réservé un enseignement centré sur l'Homme, individu unique au sein d'une espèce polymorphe, organisme fonctionnant de manière intégrée, assurant la protection de sa santé et la défense du soi.

III – Une volonté de cohérence.

D'une manière générale, le programme vise à assurer une cohérence entre sciences de la Vie et sciences de la Terre, chaque fois que les sujets s'y prêtent. Ainsi, en classe de 6^e, les composantes géologiques de l'environnement sont prises en compte dans un programme à dominante biologique.

Inversement, le monde vivant sera présent lors des enseignements à dominante géologique du cycle central.

Dans un souci de cohérence de la formation scientifique et technique, le professeur de Sciences de la Vie et de la Terre est en relation avec ceux des disciplines voisines physique-chimie, lorsqu'elle est enseignée, technologie dès la 6^e. Avec eux, et avec d'autres (français, mathématiques, géographie...), il contribue à la formation générale des élèves, à leur apprentissage du raisonnement, de l'expression, des méthodes de travail, à leur éducation civique (éducation à la responsabilité, en particulier à propos de l'environnement et de la santé).

Programme de la classe de sixième

Objectifs et moyens.

I – Logique et présentation du programme.

Cohérentes dans leurs objectifs de formation, les trois parties sont logiquement reliées sur le plan scientifique.

La première propose une **initiation à la connaissance de l'environnement**, où interfèrent les relations êtres vivants-milieu et l'action de l'Homme : elle introduit l'étude des parties II et III. Ainsi sont présentés, dès l'entrée au collège, deux aspects de la science, l'un tourné vers la **compréhension de la nature**, l'autre vers des **applications utiles à l'Homme**.

Sans être impérative, la répartition indiquée de l'horaire annuel entre les trois parties correspond à un équilibre souhaitable. Ces parties ne constituent pas des blocs intangibles, leur étude s'effectue à travers plusieurs sujets ; les rythmes saisonniers peuvent inciter à reprendre le même sujet à plusieurs moments de l'année.

Pour chaque partie, une introduction précise l'esprit et les limites de l'étude. La présentation choisie place ensuite face à face les notions et contenus d'une part, les compétences et une liste d'activités envisageables d'autre part³⁶. Deux points sont à souligner :

- **les activités indiquées ne sont nullement obligatoires**. Le professeur choisit, le cas échéant hors de cette liste, celles qui sont réalisables eu égard aux conditions locales et qu'il juge utiles pour atteindre les objectifs (compétences, notions);
- **l'ordre de présentation des notions, des contenus et des activités n'impose ni un plan, ni des titres ou un ordre de leçons.**

II – Un accent sur la formation aux méthodes.

En 6^e, la formation méthodologique des élèves est essentielle. Cela inclut les méthodes de travail (apprentissage des leçons, gestion du temps, tenue du cahier ou du classeur, utilisation du manuel...), à côté des compétences à acquérir tout au long du collège, et au-

³⁶ Pour gagner de la place, nous avons supprimé la présentation en colonne. Les points dont il est question ici apparaissent comme les « **Activités envisageables** ».

delà, dans la discipline : **savoir s'informer (I), raisonner (Ra), réaliser (Re), communiquer (C)**. Leur apprentissage est progressif ; un accent particulier est porté dans cette classe sur l'observation, au service de la démarche scientifique. Il est facilité dès lors que peuvent être constitués des groupes d'effectifs réduits.

L'évaluation, au cours de l'apprentissage (exercices intégrés) et au terme de celui-ci (exercices de contrôle, écrits ou pratiques, interrogations orales), porte sur les méthodes et les connaissances. Elle aide le professeur à analyser les difficultés rencontrées par chaque élève, et à prévoir les actions à mener pour l'aider.

III – Des activités d'élèves, base des apprentissages.

Dans cette perspective, l'enseignement est construit autour d'activités, autant que possible, effectuées par les élèves, individuellement ou à plusieurs. Les moyens audiovisuels y trouvent leur place comme compléments du réel et comme outils de communication. L'informatique y prend la sienne à mesure que s'effectue l'équipement nécessaire. Le dialogue les prépare et permet la mise en commun de leurs résultats.

Le travail sur le terrain, dans l'enceinte ou à proximité du collège, est une activité habituelle d'enseignement. Des sorties plus lointaines, facultatives, sont envisagées selon leur intérêt pédagogique, si les conditions humaines et matérielles le permettent. Des élevages et des cultures au collège permettent un contact suivi avec le vivant. Le travail personnel hors de la classe peut porter, dans des limites raisonnables, sur la collecte d'objets et d'informations destinés à être utilisés en classe. **Les prélèvements et mises en élevage s'effectuent dans les limites prévues par la réglementation, et dans le respect de l'environnement.**

Les activités choisies ne constituent pas une fin en elles-mêmes. Moyen de se former aux méthodes et de construire les notions, elles supposent de la part des élèves une attitude consciente de recherche, par rapport à un projet ou un problème scientifique. **Elles s'intègrent dans la démarche pédagogique suivie.**

Le cahier ou le classeur, base du travail personnel hors de la classe, conserve la trace d'une part de l'essentiel à apprendre, nettement identifié, d'autre part des activités effectuées. Son élaboration constitue un exercice d'expression, et permet de faire le point sur les acquis.

IV Les relations avec d'autres disciplines.

Les sciences de la Vie et de la Terre mobilisent des notions de physique-chimie. Compte tenu de l'absence de cette discipline en 6^e, elles ont été limitées au minimum dans le programme de cette classe. Quelques-unes sont cependant impliquées : température, éclairément, hygrométrie, états de la matière (notamment de l'eau), solutions, réactifs. [*elles sont rappelées dans le programme entre crochets*]. La plupart sont au programme de l'école primaire. Il ne s'agit pas, pour le professeur de sciences de la Vie et de la Terre, de les enseigner, mais, lorsqu'elles sont nécessaires, de familiariser les élèves avec elles à travers des activités pratiques, des mesures, pour assurer et homogénéiser les acquis.

Des liaisons souhaitables, voire indispensables, avec d'autres disciplines, sont indiquées de manière non limitative. Elles impliquent au moins une information réciproque des professeurs concernés, parfois le choix en commun d'activités menées en cohérence par l'un et par l'autre.

Apprendre à communiquer constitue un des quatre objectifs méthodologiques de l'enseignement. De nombreuses activités y contribuent : lecture de textes, rédaction de comptes rendus, dialogue en classe, élaboration de traces écrites, identification du vocabulaire nouveau, à limiter, organisation du cahier ou du classeur.

Le professeur concourt à l'éducation civique, notamment en matière d'environnement, dans son enseignement disciplinaire. Il prolonge son action dans le cadre horaire de celui d'éducation civique, selon les modalités prévues par le programme de cette matière.

V – Des adaptations aux caractéristiques des élèves.

Les notions et contenus constituent le socle commun des connaissances. La diversité des activités suggérées, dont la liste n'est pas limitative, le libre choix des exemples, offrent une grande variété de voies d'accès aux compétences et aux notions, donc une possibilité d'adaptation aux différents publics scolaires. La priorité donnée aux activités pratiques, l'accent porté sur la formation aux méthodes constituent des réponses aux besoins des élèves en difficulté.

Par ailleurs, la possibilité laissée, dans la partie III de traiter un deuxième exemple, si les conditions locales s'y prêtent, en plus de celui qui est obligatoire, peut permettre d'utiles prolongements.

Partie I. Notre environnement

(durée conseillée: 15 heures)

L'environnement proche, dans l'enceinte ou à proximité du collège, permet un contact direct avec le concret et fournit des supports et objets pour les activités de classe. Un milieu moins proche procure si nécessaire des objets et données supplémentaires. La récolte, la culture et la mise en élevage de matériel vivant s'effectuent dans les limites autorisées par la réglementation.

L'étude de cette partie du programme s'inscrit dans une triple logique :

- conduire, en excluant toute théorisation ou abstractions prématurées, à un premier niveau de compréhension du monde qui nous entoure; dans ce but, identifier et relier les composantes, biologiques et physiques, de l'environnement étudié;
- formuler, à partir de l'analyse du réel, les problèmes scientifiques qui serviront de fils directeurs aux démarches d'investigation des parties II et III;
- en cohérence avec le programme d'éducation civique, préparer les élèves à adopter une attitude raisonnée et responsable vis-à-vis des composantes de leur cadre de vie.

I – Les caractéristiques de notre environnement.

Notions - contenus

1) Les caractéristiques de l'environnement conditionnent la répartition des êtres vivants

- a) Comme sur toute la surface de la planète, on distingue dans notre environnement:
- des composantes minérales (roches, eau, atmosphère gazeuse), en contact mutuel; [*Physique-chimie: états de l'eau*]
 - des êtres vivants (animaux, végétaux) en relation les uns avec les autres et avec leur support;
 - des manifestations de l'activité humaine.

b) Les êtres vivants ne sont pas répartis au hasard.

Dans notre environnement, les conditions de vie et la répartition des êtres vivants varient localement.

Les êtres vivants y occupent un milieu lorsque les caractéristiques de celui-ci correspondent à leurs exigences plus ou moins strictes.

Leur répartition peut dépendre:

- de la présence ou de l'absence d'un sol;
- de l'eau disponible, y compris dans l'atmosphère, le sol et le sous-sol;
- de la température et de l'éclairement.

[*Physique-chimie: états de l'eau, hygrométrie, température, éclairement*]

Elle peut dépendre aussi de l'action de l'homme.

N.B.: on n'envisage que les facteurs dont l'intervention est repérée dans l'environnement étudié.

c) Le sol est un milieu particulier formé de matériaux provenant des roches du sous-sol et de restes animaux et végétaux. Il abrite de nombreux êtres vivants.

Compétences – exemples d'activités

a) **I** - identifier les composantes de l'environnement.

Ra - distinguer vivant et non vivant.

I - relever quelques constituants de la faune et de la flore.

I/Ra - repérer quelques unes de leurs relations possibles.

Re - mettre en élevage ou en culture quelques êtres vivants recueillis, dans les limites de la réglementation.

Re/C - réaliser ou compléter un plan simple du secteur étudié.

C - rendre compte d'un travail sur le terrain par écrit, oralement, par des photographies ou par un film.

b) **I** - observer la répartition des différents êtres vivants présents dans le milieu.

Ra - comparer deux milieux différents de l'environnement proche quant aux êtres vivants qui s'y trouvent.

I - constater la présence ou non d'un être vivant dans des conditions différentes.

I - repérer dans le milieu étudié la présence, les états et les qualités (par exemple, salée ou non salée) de l'eau.

Ra - éprouver (par l'observation, par l'expérimentation ou à l'aide de données nouvelles) une hypothèse concernant l'influence d'un facteur physico-chimique du milieu sur la présence ou l'absence d'un être vivant.

c) **I** - observer (à l'œil nu, à la loupe) et identifier les composantes d'un sol.

Re - extraire des êtres vivants d'un sol.

2- Les caractéristiques de l'environnement dépendent de sa situation.

a) Le lieu où nous vivons est une portion de la surface de la Terre, appartenant à une zone climatique.

b) Éclairement et température y varient selon l'heure du jour et les saisons.

[*Physique-chimie: éclairement, température*]

Ils varient aussi en fonction de causes locales (exposition et formes du relief, couverture nuageuses, couverture végétale).

[*Physique-chimie: états de l'eau*]

c) L'eau présente dans l'environnement provient de vastes réservoirs, à l'échelle de la planète, et est destinée à y retourner.

Compétences – exemples d'activités

I - repérer le lieu sur une mappemonde, un planisphère, des cartes diverses, des vues aériennes.

Re - Mesurer des températures et des éclaircissements en des lieux diversement exposés, à des heures différentes, à des périodes différentes.

3 En fonction de ses choix d'aménagements et de ses besoins alimentaires et industriels, l'Homme agit sur l'environnement.

Il peut procéder par exemple:

- à des modifications topographiques;
- à des prélèvements de matériaux utiles;
- à des modifications de la flore et de la faune;
- à des rejets de déchets.

N.B.: on se limite à étudier un exemple de modification.

Compétences–exemples d'activités

Ra - repérer les transformations apportées par l'Homme dans l'environnement étudié (par référence à ses états antérieurs, ou en comparant avec un environnement équivalent, proche et moins modifié...).

Ra - relier les matériaux prélevés à leur utilisation.

Re - mettre en évidence une ou des propriétés justifiant cette utilisation.

II – Diversité, parenté et unité des êtres vivants.

Notions - contenus

1- Les êtres vivants observés sont très divers. Certains critères permettent de les grouper en espèces et de les classer.

- a) Une même espèce regroupe, sous le même nom, des êtres vivants qui se ressemblent et peuvent provenir les uns des autres.
- b) Les êtres vivants d'espèces différentes peuvent être groupés selon divers critères.

c) Certains de ces critères permettent de situer les êtres vivants dans une classification. On peut ainsi reconnaître:

- des animaux vertébrés: Poissons, Batraciens, Reptiles, Oiseaux, Mammifères;
- des animaux invertébrés: Mollusques, Vers, Arthropodes, (Insectes, Arachnides, Crustacés, Myriapodes), Echinodermes;
- des végétaux à fleurs;
- des végétaux sans fleurs: Fougères, Mousses, Algues, Lichens, Champignons.

N.B.: il ne s'agit pas d'une liste à retenir dans sa totalité, mais d'un cadre, à limiter ici aux groupes nécessaires pour classer les espèces rencontrées localement. Ce cadre sera complété et se garnira au cours des études ultérieures.

Compétences-exemples d'activités

Ra - Classer les êtres vivants recueillis ou observés:

- selon des critères que l'on a choisis,
- selon les critères servant à la classification.

Re - Utiliser une clé dichotomique pour situer les êtres vivants dans la classification, ou les identifier (même chose avec une banque de données informatisée).

C - Reporter les noms de ces êtres vivants dans un tableau de classification;

Re - Réaliser un herbier, individuel, de classe ou par groupes, de quelques plantes courantes non protégées.

2- Tous les êtres vivants sont constitués de cellules.

Certains sont constitués d'une seule cellule, d'autres sont formés d'un nombre souvent très important de cellules: la cellule est l'unité des êtres vivants.

Compétences – exemples d'activités

I - Observer au microscope un tissu animal, un tissu végétal, un micro-organisme unicellulaire.

Liaisons possibles avec:

Programme de technologie: "réalisation d'un objet technique"; "complémentarité des démarches d'observation d'une part, de réalisation d'autre part, qui contribue à la connaissance par les élèves du monde dans lequel ils vivent".

Programme de géographie: "les grands repères géographiques"; "les grands domaines climatiques et biogéographiques".

Programme de français: "mise au point d'une liste, d'un tableau", "tenue du classeur"; "restituer une expérience (visite)".

Programme d'éducation civique: "responsabilité vis-à-vis du cadre de vie, de l'environnement".

PARTIE II- L'organisation du monde vivant

(Durée conseillée: 20 heures)

Cette deuxième partie du programme permet, en s'appuyant en priorité sur les milieux précédemment découverts, d'aborder l'organisation du monde vivant à travers les problèmes relatifs au peuplement et aux relations alimentaires soulevés dans la première partie.

L'étude des fonctions n'est pas l'objectif de la classe de sixième. Cependant, les sujets traités mettent en jeu des notions relatives à la reproduction et à la nutrition, notions figurant pour la plupart au programme de l'école primaire ("développement d'un être vivant, végétal ou animal", "divers modes de reproduction animale", "notions de chaînes et de réseaux alimentaires"). En les mobilisant lorsqu'elles sont utiles à la résolution du problème posé, on s'assure de leur acquisition par tous les élèves, on les complète selon les besoins.

Les explications, toujours simples, ne nécessitent pas le recours à des phénomènes biologiques tels que la fécondation.

Les migrations et l'hibernation sont étudiées uniquement comme causes de variations du peuplement.

Le travail reste centré sur des activités essentiellement pratiques, insérées dans la démarche suivie, appuyées, dans la mesure du possible, sur le matériel vivant récolté sur le terrain.

I- Le peuplement d'un milieu.

Notions - contenus

1- Animaux et végétaux peuplent les milieux grâce à la reproduction.

Le peuplement d'un milieu est assuré:

- chez les animaux, grâce aux déplacements des individus et à la reproduction.
 - chez les végétaux, par des formes de dispersion: graines provenant de la fleur (plantes à fleurs), spores (plantes sans fleurs).
- par des organes spécialisés ou non spécialisés.

N.B.: seul un petit nombre d'exemples font l'objet d'une étude systématique: deux animaux, dont un avec forme larvaire; deux végétaux choisis de manière à illustrer la dispersion par graines et par spores et un mode de multiplication végétative.

Compétences – exemples d'activités

I - Observer des élevages en classe.

I - Repérer des formes (adultes, larvaires) et des modes de déplacement susceptibles de permettre la dispersion des animaux.

I - Observer des graines, spores, sporanges, sporogones.

I/Ra - Comparer des graines du point de vue de leur dissémination.

C - Dessiner une graine, un pistil ouvert.

Re - Mettre en germination des graines, des spores.

I/Re - Observer, réaliser un bouturage ou un marcottage.

Re - Disséquer une fleur pour observer le pistil et les ovules à l'origine de la graine, les étamines à l'origine du pollen.

I - Observer le développement d'une plante à rhizome ou d'une plante à stolons.

Notions - contenus

2- L'occupation du milieu varie avec les modifications climatiques au cours des saisons.

Ces variations dépendent:

- des déplacements des animaux;
- des alternances de formes chez les espèces végétales (plantes annuelles et vivaces) et animales (larves et adultes).

Compétences – exemples d'activités

Ra/Re - Concevoir et réaliser une expérimentation pour éprouver des hypothèses sur les conditions de germination des graines: on se limite à l'influence de deux conditions climatiques.

Ra - Classer des végétaux en végétaux annuels et végétaux vivaces.

Ra - Comparer le mode de vie d'une larve et de l'adulte correspondant pour expliquer le changement de milieu d'une espèce selon les saisons.

Notions - contenus

3- L'Homme influe sur le peuplement des milieux.

Son influence est directe ou indirecte.

Compétences – exemples d'activités

I - Rechercher des informations relatives à une action de l'Homme sur le peuplement (déboisement, ensemencement, chasse,...) à partir de l'observation directe, de textes, de brochures (CDI),...

II – Les relations alimentaires.

Notions - contenus

1- Animaux et végétaux chlorophylliens ont des besoins nutritifs différents.

- Quel que soit leur régime alimentaire, les animaux se nourrissent toujours de matière minérale et de matière provenant d'autres êtres vivants, animaux et/ou végétaux.
- Au contraire, les végétaux chlorophylliens n'ont besoin pour se nourrir, à condition de recevoir de la lumière, que de matière minérale.

[*physique-chimie: sel dissous, gaz dissous*]

Compétences – exemples d'activités

I - observer dans l'environnement proche des manifestations, des traces, des indices de l'alimentation des animaux.

Re - disséquer une pelote de régurgitation d'un rapace.

C - présenter les résultats de la dissection de façon ordonnée.

Ra - utiliser une clé de détermination des os d'une pelote pour trouver le régime alimentaire.

I - rechercher dans un guide ou une banque de données informatisée les aliments consommés par des animaux.

Ra/Re - concevoir et réaliser des cultures expérimentales pour mettre en évidence des besoins d'une plante en sels minéraux. Élargir grâce à un logiciel de simulation.

Notions - contenus

2- Pour leur nutrition, les êtres vivants dépendent les uns des autres et des substances minérales du milieu.

Les diverses espèces constituent les maillons de chaînes alimentaires organisées en réseaux.

Compétences – exemples d'activités

C - schématiser des chaînes alimentaires, un réseau alimentaire simple.

Notions - contenus

3- Tous les êtres vivants sont des producteurs.

Tout être vivant produit sa propre matière à partir de celle qu'il prélève dans le milieu: les végétaux chlorophylliens sont des producteurs primaires, tous les autres êtres vivants sont des producteurs secondaires.

Compétences – exemples d'activités

Re - réaliser des mesures de l'augmentation de masse, de taille pour illustrer l'idée de production de matière.

C - présenter les résultats de ces mesures sous forme de tableaux.

Liaisons possibles avec: Programme de français : "formulation d'une question sous forme de phrase complète", "formulation d'une réponse sous forme d'une phrase complète", "reformulation écrite d'un court énoncé", notamment (liaison souhaitable aussi pour les autres parties du programme de sciences de la Vie et de la Terre).

Partie III – Des pratiques au service de l'alimentation humaine

(durée conseillée: 10 heures)

La croissance accélérée de la population humaine suppose l'augmentation de la production alimentaire, favorisée par les progrès des sciences et des techniques, limitée par ses effets sur l'environnement. Pour illustrer cet enjeu, deux types de pratiques – un élevage ou une culture; une transformation biologique – sont proposées au choix; **un seul exemple**, illustrant un de ces types, **est**

obligatoire.

Les notions et les contenus sont développés dans la limite de ce que permet l'exemple abordé. Des notions relatives à la nutrition, à la reproduction, à la croissance sont mobilisées suivant les mêmes principes et les mêmes limites que dans la partie II; on s'en tient, pour la fermentation, à l'idée, accessible à l'observation et à l'expérimentation, qu'un micro-organisme approprié transforme la substance sur laquelle il se développe.

Une visite, une enquête, l'intervention en classe d'un professionnel constituent des points de départ possibles.

Un élevage et une culture agricoles ou industriels exigent de la rigueur et de la méthode; l'élevage ou la culture, généralement d'autres espèces, réalisés au collège aident à prendre conscience de ces exigences.

Dans le cadre de l'éducation à la responsabilité des élèves, il est essentiel d'accompagner l'étude de l'exemple choisi d'une réflexion sur les limites de la pratique (effets sur l'environnement et la santé, respect des êtres vivants).

I. Un élevage ou une culture.

Exemples: pisciculture, aviculture, production céréalière, fruitière...

Notions-contenus

1- L'Homme élève des animaux et cultive des végétaux pour se procurer des aliments.

- Un animal est élevé pour la viande, le lait, les œufs qu'il fournit; un végétal est cultivé pour ses fruits, ses graines, ses tubercules...
- Le produit de l'élevage ou de la culture répond à un ou plusieurs des besoins en aliments de l'Homme (matières grasses, sucres, féculents, protéines).

[Physique-chimie: réactif]

Compétences - exemples d'activités

I - observer le produit de l'élevage ou de la culture.

Ra - relier des termes de la vie courante et la terminologie scientifique (viande = chair = muscle; sens usuel et botanique du mot fruit...).

C - faire un dessin annoté d'une graine, d'un tubercule, d'un fruit.

I - repérer les noms des principaux constituants des aliments de l'Homme (utilisation d'emballages ou d'étiquettes).

Re - mettre en évidence à l'aide de manipulations simples le ou les constituants principaux du produit (amidon, protéines, sucre, matière grasse,...).

Notions-contenus

2- Élevage et culture nécessitent une maîtrise de la reproduction, des apports nutritifs et des conditions appropriées.

- Les individus mis en élevage ou en culture sont obtenus par reproduction sexuée (animaux, végétaux) ou multiplication végétative (végétaux)
- La production requiert des conditions physico-chimiques particulières (température, éclairage, oxygénation, humidité...).
- Des apports nutritifs sont nécessaires (aliments de composition connue, engrais). Ils dépendent des besoins de l'animal ou du végétal
- Des améliorations quantitatives et/ou qualitatives de la production sont obtenues en agissant sur :
 - la reproduction;
 - les conditions d'élevage ou de culture;
 - les apports nutritifs.
- Les conditions réalisées favorisent la croissance et une production optimale.

Compétences - exemples d'activités

I - s'informer (visite, enquête) sur le mode de reproduction des êtres vivants concernés, sur les conditions physico-chimiques de la pratique, sur les apports nutritifs à prévoir.

I - s'informer à partir de documents écrits ou audiovisuels.

Ra - reconnaître un mode de reproduction.

Ra - concevoir un dispositif d'élevage au collège.

Re - réaliser un élevage ou une culture au collège en réunissant les conditions nécessaires.

Re - faire des mesures de la croissance en taille ou en masse d'un animal ou d'un végétal.

C - établir un tableau de ces mesures.

C - rédiger un questionnaire d'enquête, réaliser un panneau sur la pratique étudiée.

Re/C - réaliser une enquête et en faire le compte rendu.

II- Une transformation biologique.

Exemples: fabrication du pain, du fromage...

Notions-contenus

1- Certains aliments proviennent d'une transformation contrôlée par l'Homme

- Les aliments produits sont issus de la transformation d'une matière première animale ou végétale.
- Ils procurent à l'homme une ou plusieurs composantes de son alimentation.

Compétences - exemples d'activités

I - tirer des informations d'une visite, ou d'un document audio-visuel.

Re - réaliser une enquête.

C - rendre compte de la visite, de l'enquête, par écrit, oralement, par des photographies ou par un film, ou par un panneau mural.

I - observer au microscope une goutte de lait, un grain de céréale...

Re - mettre en évidence le constituant essentiel de la matière première et du produit (matière grasse, sucre, amidon, protéine).

Notions-contenus

2- L'Homme maîtrise l'utilisation des micro-organismes à l'origine de cette transformation.

³⁵/₁₇ Au cours de la fabrication, des micro-organismes appropriés transforment le produit d'origine, par fermentation, dans des conditions physico-chimiques particulières.

³⁵/₁₇L'amélioration de la production est obtenue :

- par un choix des micro-organismes employés ;
- par l'amélioration de la qualité des matières premières ;
- par un meilleur respect de règles d'hygiène.

Compétences - exemples d'activités

I - observer des micro-organismes utilisés pour la fabrication.

Re - réaliser une fermentation.

Re - éprouver l'effet de variations de température sur une fermentation.

Ra - trouver les conditions appropriées pour réaliser une culture de micro-organismes (milieu, température, conditions d'hygiène...).

Re - réaliser une culture de micro-organismes, dans les limites de la réglementation.

C - schématiser le montage correspondant.

Liaisons possibles avec:

- Programme de technologie: "commercialisation d'un produit".
- Programme de français: "écouter, notamment prendre en compte la parole d'autrui", "restituer une expérience (visite)": "compte rendu oral".
- Programme d'éducation civique: "responsabilité vis-à-vis de l'environnement et du cadre de vie".

* * * * *

PROGRAMMES DE LA CLASSE DE 5^E-4^E DES COLLÈGES

(respectivement applicables à la rentrée 1997 et 1998)

I- Présentation

A. Cycle central et objectifs du collège

Le programme de Sciences de la Vie et de la Terre pour le cycle central (5^e - 4^e) s'insère dans la perspective d'ensemble pour le collège, telle qu'elle a été tracée en introduction au programme de 6^e.

En 6^e, les élèves ont bénéficié d'un enseignement visant à homogénéiser leurs acquis quant aux méthodes de travail et aux connaissances élémentaires, et à ouvrir leur esprit aux aspects fondamentaux et appliqués de la science.

En 5^e et en 4^e, des investigations plus poussées, appuyées sur ces acquis et à partir de ces motivations, conduisent à un premier niveau de compréhension des fonctions des êtres vivants et du fonctionnement de la planète, avec la double perspective d'une éducation à la santé et à l'environnement. Elles convergent vers une première compréhension de l'évolution, dont les mécanismes ne sont pas envisagés.

En fin de 4^e, on attend que soient acquises les **compétences générales suivantes, impliquant connaissances et maîtrise de méthodes** :

* expliquer les manifestations les plus accessibles du fonctionnement de l'organisme humain (mouvements et posture, alimentation, respiration et circulation sanguine, communication nerveuse, reproduction) ; utiliser ces acquis pour choisir dans ces domaines des comportements, des attitudes d'hygiène et de prévention appropriés ;

* identifier les composantes biologiques et géologiques essentielles de l'environnement, proche ou plus lointain, comprendre quelques unes de leurs relations ; fonder sur cette connaissance, reliée à celles venant d'autres disciplines, un comportement responsable vis-à-vis de l'environnement (préservation des espèces, gestion des milieux et des ressources, prévention des risques) ;

* décrire, avec l'idée d'évolution, les grandes étapes de l'histoire de la vie et de la Terre et y situer l'Homme ;

* appréhender la diversité, l'unité et l'organisation du monde vivant.

Ces compétences seront renforcées et complétées à travers l'enseignement du programme de 3^e.

B. Orientations pour le cycle central

1. La formation au raisonnement expérimental

Ici, en appui sur les méthodes apprises en 6^e³⁷, l'accent est mis sur la formation au mode de pensée expérimental : formulation de problèmes, élaboration d'hypothèses et de modèles, confrontation avec de nouvelles données, conception et réalisation de dispositifs expérimentaux, exploitation des résultats des expériences et critique de leur mise en oeuvre. Les élèves sont progressivement familiarisés avec ces opérations, chaque fois que l'étude s'y prête. Leur maîtrise fait l'objet d'évaluations, formatives puis sommatives ; elle fait partie des compétences attendues au terme du collège.

Les sujets sont fondés sur l'étude des phénomènes : manifestations des fonctions biologiques, de la dynamique du globe..., et prennent la forme de problèmes à élucider. La démarche pour les résoudre implique le recours, selon le sujet et les possibilités matérielles, à l'observation de phénomènes et de structures, à l'expérimentation, toujours dans un va-et-vient entre le concret et l'idée.

Ainsi, les activités pratiques, toujours reliées à la recherche d'explications, sont essentielles. Elles peuvent bénéficier de l'apport de

³⁷ Les mêmes symboles qu'en 6^e - s'informer (**I**), raisonner (**Ra**), réaliser (**Re**), communiquer (**C**) - sont utilisés ici selon la compétence méthodologique qui domine dans chaque activité suggérée.

techniques informatiques et audiovisuelles. Elles sont favorisées par la constitution, chaque fois que possible de groupes d'effectif réduit (par exemple en formant trois groupes à partir de deux divisions).

Parmi les activités pratiques suggérées figurent des études anatomiques. Elles se justifient par la nécessité d'une approche concrète des organes dont on étudie le fonctionnement, par l'exercice du geste dont elles sont l'occasion. Mentionnées parmi les «exemples d'activités» chaque fois qu'elles peuvent être utiles, des dissections, en réalité très peu nombreuses, s'effectuent toujours dans le cadre de la réglementation. Il appartient au professeur de juger quand une dissection est à la fois souhaitable et possible, d'apprécier les conditions de sa réalisation (par les élèves, par le professeur). L'utilisation d'animaux morts dans un but de connaissance est mise au service de l'éducation à la responsabilité et au respect de la vie.

D'une manière générale, aucune des activités proposées n'est obligatoire, leur liste n'est pas limitative. Le professeur s'en tient à un nombre tel que les élèves tirent profit de celles qu'il choisit.

2. La cohérence des enseignements scientifiques

Un enseignement de physique-chimie se met en place au cycle central, celui de technologie se poursuit. Chacune des trois disciplines ayant sa spécificité, il importe de souligner et d'exploiter leurs relations, en vue d'améliorer la cohérence de la formation des élèves et leur compréhension du monde qui les entoure.

Les programmes y préparent de deux façons :

- en attirant l'attention sur les points de chaque programme corrélés à ceux des deux autres;
- en adoptant, dans les trois disciplines, une présentation commune en trois colonnes, avec les mêmes rubriques : exemples d'activités, contenus et notions, compétences³⁸. En sciences de la vie et de la Terre, celles-ci mobilisent connaissances et méthodes sur l'ensemble des acquis d'une partie de programme (en gras), ou sont plus ponctuelles (en maigre).

Les relations entre les enseignements de sciences expérimentales - Sciences de la Vie et de la Terre et Physique-Chimie - sont particulièrement importantes. Des aspects physico-chimiques des phénomènes étudiés sont signalés. S'ils n'ont pas encore été traités en physique-chimie, il n'appartient pas au professeur de sciences de la vie et de la Terre de les enseigner. Il veille seulement, selon le cas par un rappel des acquis de l'école primaire, ou par une explication brève, ou par une présentation concrète (ex. : dissolution de gaz dans l'eau) à ce que les élèves en aient la connaissance minimale indispensable. Ce faisant, il les sensibilise en vue de leur enseignement ultérieur.

Dans tous les cas, la coordination implique un dialogue régulier avec les professeurs de physique-chimie, comme d'ailleurs avec ceux de technologie.

3. L'ouverture des enseignements et l'éducation civique

L'enseignement de sciences de la vie et de la Terre contribue, naturellement, à la poursuite des apprentissages fondamentaux et à la formation générale des élèves. C'est particulièrement vrai dans le domaine de l'expression. C'est essentiel aussi dans celui de l'éducation à la responsabilité, que ce soit en matière de santé ou d'environnement, l'une et l'autre d'ailleurs souvent liés (pollutions et respiration...).

Les contributions à l'éducation à l'environnement sont soulignées au fil des différentes parties du programme. Elles méritent la plus grande attention, non pas comme des incidentes plus ou moins accessoires, mais comme des axes essentiels pour la conception de l'enseignement et pour les compétences à faire acquérir. Au-delà de l'enseignement disciplinaire, elles appellent à une coordination avec d'autres disciplines également impliquées. Celle-ci est nécessaire pour préparer les élèves à une vision globale des problèmes d'environnement : qualité des milieux de vie, gestion des ressources, formation des paysages, prévention des risques majeurs.

Les contributions à l'éducation à la santé sont, dans le même esprit, également essentielles. L'attention est appelée sur l'apport important à l'éducation à la sexualité que doit constituer l'enseignement de la reproduction humaine.

4. la sensibilisation aux métiers

Dans l'optique de l'éducation aux choix et de la préparation à l'orientation, les différentes parties du programme sont l'occasion d'évoquer et de présenter brièvement les secteurs d'activité liés aux contenus enseignés : médicaux, paramédicaux et sociaux, de l'agriculture et de l'élevage, de la géologie appliquée, de la recherche... Une information plus précise sur les voies d'accès et les débouchés vers les métiers correspondants relève de la compétence des personnels d'orientation.

C. Logique du programme et organisation de l'enseignement

L'étude des fonctions est abordée concrètement chez l'Homme, où leurs manifestations sont généralement plus accessibles, pour illustrer leurs relations au sein d'un organisme et fonder l'éducation à la santé. Elle s'élargit à leurs modalités d'accomplissement selon les milieux de vie. De même, le fonctionnement de la planète est étudié, de manière progressive, à partir de ses manifestations en surface, pour conduire aux explications globales de la partie E : la «machine Terre». La partie «histoire de la vie, histoire de la Terre», qui intègre des acquis biologiques et géologiques, couronne le programme du cycle.

Ainsi, l'ensemble offre à la fois un équilibre entre les différents domaines des Sciences de la Vie et de la Terre, et une unité appropriée à un programme de cycle. Après la sensibilisation permise par les approches naturalistes diversifiées de la classe de 6^e, et avant les études plus fondamentales et plus synthétiques de la classe de 3^e, aux bases physico-chimiques plus denses, le programme du cycle central se caractérise par un approfondissement sur le plan à la fois des méthodes et des connaissances.

L'ordre de présentation des six parties est logique, leur enseignement dans cet ordre (A, B et C en 5^e, D, E et F en 4^e) est donc légitime. Notamment, l'esprit du programme impose l'étude de la partie A comme point de départ à celle des fonctions.

Toutefois, le fait que l'enseignement puisse être programmé sur deux années autorise une souplesse respectant les équilibres horaires. Ainsi, l'étude de «La Terre change en surface» peut être amorcée en fin de 5^e (D-1) et poursuivie au début de la 4^e (D-2), celle des fonctions étant également étalée sur les deux années avec le report possible en 4^e de la fonction de reproduction (partie B et C-2). À ceux qui le souhaitent, ce double transfert permet d'étaler sur deux ans l'étude de la géologie, et de reporter l'étude de la reproduction humaine d'un an pour des élèves jugés peu mûrs. Une attention particulière est à accorder aux élèves changeant d'établissement en cours de cycle.

³⁸ Pour gagner de la place, nous avons supprimé la présentation en colonne. Les points dont il est question ici apparaissent comme les « **Activités envisageables** ».

La responsabilité d'organiser l'enseignement d'une partie du programme incombe naturellement à chaque professeur ; l'ordre de présentation des contenus n'impose ni une progression, ni un plan de cours.

II Programme du cycle central

A. Fonctionnement du corps humain et santé (classe de 5^e – durée conseillée : 19 heures)

L'enseignement en classe de 6^e a sensibilisé les élèves aux fonctions du vivant. Elles sont ici l'objet de l'étude. Celle-ci s'appuie d'abord sur un exemple, celui de l'Homme. Ce choix répond à plusieurs intentions :

* en tant qu'organisme, l'Homme était absent en 6^e. Or son étude suscite un fort intérêt chez les élèves, et permet de faire toute leur place aux objectifs d'éducation à la santé ;

* une approche pragmatique des fonctions, à travers leurs manifestations dans un exemple où elles soient facilement observables, paraît préférable à cet âge à une conceptualisation trop rapide. Le concept sera construit progressivement au cours du cycle;

* centrer l'étude sur un exemple permet de montrer, de manière simple à ce niveau, que les fonctions ne sont pas indépendantes, mais coordonnées au service du fonctionnement d'un organisme.

L'étude du fonctionnement du corps humain s'appuie, au départ, sur la présentation d'une activité motrice, sportive par exemple. Des fonctions de relation et de nutrition sont ainsi abordées à travers l'examen de leurs manifestations les plus immédiates, la recherche des organes impliqués, la mise en évidence de leur rôle et de leurs relations. Les conditions d'un bon accomplissement de ces fonctions, certaines causes de leur dérèglement sont abordées. Cette approche dynamique fournit les bases biologiques d'une véritable éducation à la santé.

La nécessité de raisonner à partir de l'observation et de l'analyse du concret conduit à se référer à d'autres mammifères. Ainsi s'esquisse la généralisation des fonctions étudiées.

1. Le mouvement et sa commande (durée conseillée : 6 heures)

Contenus - Notions

• Lors d'un mouvement, divers organes fonctionnent ensemble.

- Contractions et relâchements coordonnés des muscles assurent les mouvements en entraînant le déplacement des os sur lesquels ils sont fixés par des tendons.

- Les os, organes rigides, se déplacent les uns par rapport aux autres au niveau des articulations, où ils sont maintenus entre eux par des ligaments; le cartilage articulaire et la synovie facilitent leur glissement.

- Le fonctionnement des muscles est commandé par les centres nerveux. Les messages nerveux sont transmis par les centres nerveux (cerveau et moelle épinière) et les nerfs.

- Un mouvement peut répondre à une stimulation extérieure, reçue par un organe des sens. L'information correspondante est transmise aux centres nerveux par un nerf.

• Des habitudes de vie saine contribuent au bon fonctionnement de l'appareil locomoteur et du système nerveux.

- Une bonne tenue (posture), des exercices physiques favorisent le développement harmonieux de l'appareil locomoteur.

- La consommation ou l'abus de certaines substances (dopants, alcool), la fatigue, détériorent le système nerveux ou perturbent son fonctionnement.

Compétences

- Expliquer un mouvement en identifiant les organes qui interviennent et leur rôle.

- Compléter et annoter un schéma fonctionnel du dispositif mis en jeu lors d'un mouvement au niveau d'un membre.

- Identifier à partir d'un document, les organes susceptibles d'intervenir, et indiquer le trajet des messages nerveux, dans la commande d'un mouvement.

- Identifier, à partir de documents, la nature d'une lésion du squelette ou de la musculature affectant le mouvement.

- Relier des déformations du squelette à des habitudes posturales, des défaillances du système nerveux à des habitudes de vie.

Exemples d'activités

I-C - description des déformations musculaires perçues sous la peau lors d'un mouvement simple.

I - identification sur un membre écorché d'animal mort (lapin, grenouille) des organes en jeu lors de la réalisation du mouvement.

I - localisation des muscles contractés et relâchés lors d'un mouvement.

Re - réalisation d'une maquette.

C/Ra - annotation d'un schéma fonctionnel d'un membre écorché.

I - identification, sur un animal disséqué, des liaisons nerveuses entre un centre nerveux et un muscle.

C - schématisation du système nerveux d'un animal vertébré.

C - fléchage du parcours d'un message nerveux lors d'un mouvement sur un schéma du système nerveux de l'Homme.

I - observation de radiographies pour repérer des déformations et accidents du squelette.

Ra - exploitation de données pour relier les risques d'accident (route, travail) avec l'alcoolémie ou la fatigue.

Re - mesure du temps de réaction pratique.

I/Ra - recherche de relations entre déformations de la colonne vertébrale et attitudes posturales.

2. Fonctionnement du corps et nutrition (durée conseillée : 13 heures)

Contenus - Notions

• Les organes réalisent avec le sang des échanges qui répondent à leurs besoins.

- Les muscles, richement irrigués, prélèvent en permanence dans le sang des nutriments et de l'oxygène. Ils y rejettent du dioxyde

de carbone. Les mêmes échanges sont réalisés par tous les organes du corps

- La consommation de nutriments et d'oxygène, le rejet de dioxyde de carbone par les muscles varient selon leur activité.

• **Dans les poumons, des échanges gazeux permanents avec l'air enrichissent le sang en oxygène et l'appauvrissent en dioxyde de carbone.**

- Le prélèvement d'oxygène et le rejet de dioxyde de carbone sont facilités par la finesse de la paroi des alvéoles pulmonaires, leur grande surface et l'importance de leur irrigation sanguine.

- Le renouvellement de l'air dans l'appareil respiratoire est provoqué par la dilatation et l'affaissement des poumons, entraînés par les mouvements de la cage thoracique.

[Physique-chimie : mélange de gaz, gaz dont un liquide]

• **Des substances nocives, plus ou moins abondantes dans l'environnement, perturbent le fonctionnement de l'appareil respiratoire. Certaines sont à l'origine de maladies graves.**

Les nutriments utilisés en permanence par les organes proviennent de la digestion des aliments.

- La transformation des aliments consommés en nutriments solubles s'effectue dans le tube digestif.

- L'action des sucs digestifs est facilitée par la mastication et par les contractions de la paroi du tube digestif.

- Les nutriments passent dans le sang au niveau de l'intestin.

- Une bonne denture, une alimentation régulière, favorisent le fonctionnement de l'appareil digestif et l'activité normale de tous les organes.

• **La circulation sanguine assure la continuité des échanges au niveau des organes.**

- Le sang circule à sens unique dans des vaisseaux - artères, veines, capillaires - qui forment un système clos.

- Le sang est mis en mouvement par le cœur muscle creux, cloisonné, fonctionnant de façon rythmique.

• **Le bon fonctionnement du système cardio-vasculaire est favorisé par l'activité physique; une alimentation trop riche, le stress... sont à l'origine de maladies cardio-vasculaires.**

Compétences

- Relier l'augmentation des fréquences cardiaque et respiratoire à l'augmentation des besoins des muscles lors d'un effort physique.

- Compléter un schéma en indiquant les entrées et les sorties au niveau d'un organe.

- Concevoir et/ou réaliser une manipulation mettant en évidence l'absorption d'oxygène et la libération de dioxyde de carbone par un organe vivant.

- Relier la ventilation pulmonaire aux échanges gazeux entre le sang et l'air.

- Nommer les organes et décrire le trajet de l'air sur une image ou un schéma de l'appareil respiratoire.

- Établir ou compléter un schéma fonctionnel d'une alvéole pulmonaire.

- Désigner les mouvements respiratoires et les relier aux déformations de la cage thoracique, aux variations de volume des poumons et au renouvellement de l'air.

- Mettre en évidence la présence de dioxyde de carbone dans l'air expiré.

- Relier des perturbations du fonctionnement de l'appareil respiratoire à la présence de substances nocives.

- Relier la transformation des aliments à leur passage dans le sang et à leur transport jusqu'aux organes.

- Situer sur soi-même les organes de l'appareil digestif.

- Annoter un document représentant l'appareil digestif humain et indiquer le trajet des aliments.

- Justifier la nécessité d'une hygiène dentaire et d'une alimentation régulière.

- Indiquer, sur un schéma ou verbalement, le trajet d'un nutriment depuis l'intestin, de l'oxygène depuis les poumons, jusqu'à un organe qui les utilise (idem pour le dioxyde de carbone depuis l'organe où il est produit jusqu'aux poumons).

- Annoter un document présentant l'appareil circulatoire en indiquant le trajet du sang.

- Prendre le pouls.

- Localiser et expliquer simplement les principaux types d'accidents cardio-vasculaires.

Exemple d'activités

I - comparaison des fréquences respiratoire et cardiaque au repos et au cours d'une activité physique.

Re - étude de la variation de consommation d'oxygène au repos et lors d'une activité (EXAO, ou données chiffrées).

Re - mise en évidence de la consommation d'oxygène par les muscles et du rejet de dioxyde de carbone.

I - observation de l'irrigation sanguine de différents organes (muscles, os, notamment).

Ra - comparaison des quantités d'oxygène, de glucose et de dioxyde de carbone dans le sang avant et après son passage dans le muscle au repos ou en activité.

C - réalisation d'un schéma fonctionnel indiquant les échanges entre le sang et le muscle.

I - comparaison de la composition de l'air inspiré à celle de l'air expiré.

Re - mesure de la quantité d'oxygène dans l'air inspiré, l'air expiré (EXAO).

Re - comparaison des teneurs en dioxyde de carbone de l'air inspiré et de l'air expiré.

I - comparaison de la quantité de gaz dans le sang entrant et sortant des poumons.

I - observation d'alvéoles pulmonaires au microscope.

C - réalisation d'un schéma fonctionnel d'une alvéole pulmonaire.

I/C - description des mouvements respiratoires.

I - observation de la cage thoracique humaine (squelette, radiographies, écorché).

I - observation d'un appareil respiratoire de mammifère.

I - observation de l'appareil respiratoire humain sur un écorché.

C - annotation d'un schéma de l'appareil respiratoire humain.

- I - comparaison d'images de poumons de fumeur et de non fumeur.
- Ra - à partir de données, mise en relation de la fréquence de certaines maladies avec des pollutions de l'air.
- Re - dissection d'un petit mammifère pour observer l'appareil digestif.
- C - annotation d'un schéma de l'appareil digestif humain.
- C - observation du contenu de différents organes du tube digestif.
- I - observation de l'appareil digestif humain sur un écorché.
- Ra - mise en relation de l'irrigation sanguine de l'intestin avec le passage des nutriments dans le sang.
- C - schématisation du trajet des aliments consommés et des nutriments.
- I - comparaison de radiographies de dents saines et de dents cariées.
- I - observation d'artères et de veines (par exemple au niveau d'un cœur).
- I - observation au microscope d'un réseau capillaire.
- C/Ra - annotation d'un schéma de l'appareil circulatoire et indication du sens de la circulation du sang dans les vaisseaux.
- Re - réalisation d'une coupe transversale de cœur (au niveau des ventricules).
- I - recherches d'informations, par exemple au CDI, sur les maladies cardio-vasculaires et les facteurs de risques.
- I - comparaison d'une artériographie normale et d'une artériographie de malade atteint d'athérosclérose.

Liaisons avec d'autres disciplines

- * Français : « écrire une description » (à partir d'images, d'objet,...) ;
 - « écrire des réponses à des consignes » (articulation d'une assertion et d'une justification) ;
 - « interroger et répondre » (enchaînement de questions et de réponses sous formes de phrases complètes...).
- * Éducation civique : « droit et responsabilité face à la santé ».
- * Éducation physique et sportive.

B. La transmission de la vie chez l'Homme (classe de 5^e ou de 4^e – durée conseillée : 8 heures)

Absentes du programme de 6^e, « la sexualité et la reproduction des humains » figurent en revanche dans celui du cycle des approfondissements de l'école primaire. À l'âge où les élèves entrent en 5^e, ils ont été confrontés à ces questions (entrée dans la puberté, naissance d'un enfant dans l'entourage, images de la télévision et de la publicité, attitudes de proches, dialogues entre jeunes...). Elles ont donné lieu à une information dans la majorité des familles. Il est naturel que le collègue, tenant compte de cette situation, relaie ces apports ou compense leur carence, d'un point de vue scientifique, dès le cycle central.

L'enseignement proposé est adapté aux intérêts et au niveau des élèves. Il fournit des bases simples pour comprendre les phénomènes liés à la puberté et à la procréation. Il s'inscrit ainsi dans la progression de l'éducation à la sexualité prévue par la circulaire n°96-100 du 15 avril 1996.

Cette partie B est conçue dans le même esprit que la partie A, dont elle apparaît comme un prolongement. Cet esprit, comme les dimensions propres de la sexualité humaine, justifient que la transmission de la vie chez l'Homme soit abordée en elle-même. Toutefois, cette partie peut aussi être traitée à la fin de la 5^e après l'étude du point C-2 (*Reproduction et pérennité des espèces*) ou en 4^e, dans les conditions prévues ci-dessus (I-C).

Selon l'âge, le degré de maturité et les attentes des élèves, le professeur prolonge, ou non, l'enseignement de la reproduction humaine par une information élémentaire, respectueuse de leur sensibilité sur la planification des naissances et sur les maladies sexuellement transmissibles, dont le SIDA. L'enseignement en classe de 3^e reprendra et explicitera cette information. Elle a sa place aussi en 4^e et en 3^e dans les « séquences d'éducation à la sexualité » prévues par la circulaire (voir ci-dessus). Le professeur de biologie collabore, autant que possible, avec les personnels de santé, à ces séquences en veillant à leur cohérence avec son enseignement.

Contenus - Notions

- **L'être humain devient apte à se reproduire à la puberté.**
 - Pendant la puberté, les caractères sexuels secondaires apparaissent, les organes génitaux du garçon et de la fille commencent à fonctionner, la personnalité se modifie.
- **À partir de la puberté, la production des gamètes est continue chez l'homme, cyclique chez la femme jusqu'à la ménopause.**
 - Les testicules produisent des spermatozoïdes, les ovaires produisent des ovules.
 - À chaque cycle (de 28 jours en moyenne), l'ovaire émet un ovule et la couche interne de la paroi de l'utérus s'épaissit.
 - Si l'ovule n'est pas fécondé, la couche interne de la paroi utérine est éliminée : c'est l'origine des règles.
- **L'embryon humain provient d'une cellule-œuf, résultat d'une fécondation interne faisant suite à un rapport sexuel.**
 - Les organes des appareils reproducteurs, par leur fonctionnement, permettent la réalisation du rapport sexuel, la production des gamètes et leur rencontre.
- **L'embryon s'implante puis se développe dans l'utérus : l'espèce humaine est vivipare.**
 - Des échanges entre le fœtus et l'organisme maternel sont réalisés à travers le placenta, grâce au cordon ombilical.
 - Au bout de neuf mois, l'enfant est expulsé par des contractions utérines lors de l'accouchement.

Compétences

- Relier les transformations physiques, physiologiques et comportementales de la puberté à l'acquisition de la faculté de transmettre la vie.
- Relier les organes génitaux de l'homme et de la femme à leurs rôles respectifs en annotant un schéma, ou verbalement.
- Comparer les cellules reproductrices chez l'homme et chez la femme, leur rythme de production, et les organes qui les produisent.
- Estimer la période possible de fécondité d'une femme à partir de l'arrivée de ses règles.
- Expliquer les relations anatomiques et fonctionnelles entre le fœtus et l'organisme maternel.

Exemples d'activités

I/C - identifications morphologiques apparues à la puberté.

I/Ra - comparaison à partir de textes, de vidéogrammes, des traits du comportement de l'adolescent avec ceux de l'enfant.

Re - dissection d'un petit mammifère de façon à mettre en évidence l'appareil reproducteur.

I - identification sur un animal disséqué ou sur un écorché des organes de l'appareil reproducteur.

C/Ra - élaboration d'un schéma fonctionnel des appareils reproducteurs de l'homme et de la femme.

I - observation de gamètes au microscope.

Ra - mise en relation de la période du cycle avec l'épaisseur de la couche interne de la paroi de l'utérus.

I - observation d'une fécondation, à partir d'un vidéogramme.

Re - classement par ordre chronologique de documents relatifs à la fécondation.

C - localisation de la nidation de l'embryon.

Liaisons avec d'autres disciplines : Français, éducation civique : voir ci-dessus, partie A.

C. Des êtres vivants dans leur milieu (durée conseillée : 18 heures)

Par souci de ne pas surcharger le programme, cette étude est limitée à deux fonctions : la respiration et la reproduction. Elle répond à trois intentions :

- ³⁵/₁₇ **parvenir à une généralisation** concernant ces fonctions ;
- ³⁵/₁₇ **montrer comment la diversité répond aux contraintes variées des milieux** ;
- ³⁵/₁₇ **expliquer l'influence de l'Homme sur la présence et la répartition des êtres vivants**, et souligner la responsabilité humaine dans ce domaine.

Les relations entre êtres vivants et milieu font intervenir divers facteurs. Compte tenu des objectifs retenus pour la classe de 5^e, seuls sont traités ceux qui se rapportent aux deux fonctions envisagées. L'étude reste limitée à quelques exemples, choisis pour établir les notions essentielles.

Les thèmes proposés sont particulièrement favorables à la mise en œuvre de pratiques et de démarches expérimentales, auxquelles il convient de réserver un temps significatif. **Les espèces rencontrées sont replacées dans la classification** amorcée en 6^e, ainsi étoffée. Cette partie prépare à mieux comprendre l'idée d'évolution.

Son étude peut s'effectuer en totalité en classe de 5^e, ou bien, dans les conditions prévues, être amorcée en 5^e (*respiration et occupation des milieux*) et achevée en classe de 4^e (*reproduction et pérennité des espèces*), avant la partie F.

1- Respiration et occupation des milieux (classe de 5^e durée conseillée : 10 heures)

Contenus - notions

- **Chez les végétaux comme chez les animaux, la respiration consiste à absorber de l'oxygène et rejeter du dioxyde de carbone.**
 - Chez beaucoup d'animaux, la respiration s'effectue par l'intermédiaire d'organes respiratoires (poumons, branchies, trachées) qui ont en commun la finesse des parois et l'étendue des surfaces d'échange.
 - Souvent, chez les animaux, des mouvements assurent le renouvellement de l'air ou de l'eau au contact des surfaces respiratoires.
- **La diversité des appareils et des comportements respiratoires permet aux animaux d'occuper différents milieux.**
 - La respiration par :
 - des poumons, des trachées pour les animaux aériens et pour des animaux aquatiques venant respirer à la surface,
 - des branchies pour la majorité des animaux aquatiques.
 - N.B. : l'inventaire des formes animales rencontrées permet de discuter le lien entre respiration et milieu de vie. L'étude de trois ou quatre exemples, au maximum, sert pour préciser les modalités de respiration envisagées.
- **Des caractéristiques du milieu déterminent les conditions de la respiration et influent sur la respiration des êtres vivants.**
 - La température influe sur la teneur de l'eau en gaz.
 - À la lumière, les végétaux chlorophylliens contribuent à oxygéner le milieu.
 - En modifiant les conditions de la respiration dans les milieux (température, polluants, végétation) l'Homme influe sur leur qualité et leur équilibre.

[physique-chimie : gaz dans l'air, dans l'eau]

Compétences

- **Reconnaître la respiration chez un être vivant, animal, végétal, par l'existence d'une absorption d'oxygène et d'un rejet de dioxyde de carbone.**
 - Mettre en évidence l'absorption d'oxygène et le rejet de dioxyde de carbone par un être vivant qui respire.
- **Relier les organes et les comportements respiratoires d'un animal avec le milieu de vie.**
 - Reconnaître les organes respiratoires, poumons, branchies, trachées en les reliant au milieu de vie de l'animal.
- **Expliquer la modification de l'occupation d'un milieu par la variation d'un facteur - température, pollution, agitation, peuplement végétal - influant sur la respiration.**
 - Mettre en évidence expérimentalement des variations du fonctionnement respiratoire d'un animal en fonction des conditions du milieu.

Exemples d'activités

Ra/Re - conception et réalisation d'une expérimentation pour mettre en évidence les échanges gazeux respiratoires chez quelques êtres vivants, animaux et végétaux, d'un milieu terrestre ou/aquatique.

C - description de mouvements respiratoires.

Re - mise en évidence d'organes respiratoires de types divers.

C - réalisation de schémas fonctionnels des organes respiratoires étudiés.

Ra - comparaison des organes respiratoires étudiés, entre eux et avec ceux de l'Homme.

- Ra** - classement des différents animaux étudiés selon les modalités de leur respiration et leur milieu de vie.
Ra - mise en relation des comportements respiratoires avec la nécessité de renouveler le fluide au contact de la surface d'échange .
C/Ra - mise en relation, dans un tableau, d'animaux, de leur milieu de respiration et de leurs organes respiratoires
Re - mesure de la fréquence respiratoire d'un animal aquatique quand la température du milieu varie.
Ra - recherche d'une explication de la répartition d'êtres vivants d'un cours d'eau.
Ra - mise en évidence du rejet d'oxygène par un végétal chlorophyllien à la lumière.

2. Reproduction sexuée et pérennité des espèces dans les milieux (Classe de 5^e ou de 4^e Durée conseillée : 8 heures)

Contenus - Notions

- **Toute reproduction sexuée comporte l'union d'un gamète mâle et d'un gamète femelle : la fécondation. Son résultat est une cellule-œuf à l'origine d'un nouvel individu.**
 - La reproduction permet aux espèces de se perpétuer.
 - Les gamètes mâles et femelle peuvent être produit par des individus différents ou un même individu porteur des deux sexes.
 - Le comportement des individus et l'attraction des gamètes favorisent la fécondation.
- **Des relations existent entre le mode de reproduction et le milieu de vie des êtres vivants.**
 - La fécondation externe, surtout réalisée en milieu aquatique, s'accompagne de nombreuses pertes de gamètes et d'œufs produits, normalement compensées par leur nombre souvent élevé.
 - La fécondation interne, la viviparité ou la protection des œufs et des jeunes, assurent en milieu terrestre de meilleures chances de réussite de la procréation.
N.B. : au delà du classement des diverses espèces rencontrées, l'étude se limite à deux exemples (un animal, un végétal) de fécondation externe, à un exemple de fécondation interne chez un animal terrestre ovipare. Le cas de l'Homme illustre la viviparité.
- **Les conditions du milieu influent sur le taux de reproduction et ainsi sur l'évolution des populations.**
 - Les ressources du milieu favorisent ou défavorisent la reproduction.
 - La présence humaine, l'emploi de polluants, la lutte biologique, influent aussi, par l'intermédiaire de la reproduction, sur les équilibres entre espèces.

Compétences

- Reconnaître une reproduction sexuée par la présence d'une fécondation donnant une cellule-œuf à l'origine d'un nouvel individu.
- Discuter la relation entre les caractéristiques de la reproduction d'un être vivant et son milieu de vie.
- Relier l'évolution de la population d'une espèce à l'influence de facteurs du milieu sur sa reproduction.

Exemples d'activités

- Re** - conduite d'un élevage pour mettre en évidence les différentes étapes du développement.
C - réalisation d'un schéma du cycle de vie d'un animal à l'aide des observations réalisées.
Re - réalisation d'une préparation microscopique de gamètes mâles ou femelles.
I/Re - étude pratique de la fécondation externe chez un animal (ex : moule, oursin) ou un végétal (ex : fucus) aquatiques.
I/Ra - comparaison du nombre d'œufs et de descendants chez un animal terrestre ovipare et un animal ou un végétal aquatiques à fécondation externe.
Re - réalisation d'une dissection d'un animal pour observer son appareil reproducteur.
Ra - comparaison des œufs d'animaux aquatiques ou amphibiens à ceux d'animaux terrestres.
Re - dissection d'un œuf d'oiseau.
Ra - mise en relation de l'évolution des populations avec les ressources du milieu.
I/Ra - étude, à partir de documents, d'un exemple de lutte biologique fondée sur la connaissance de la reproduction.

Liaisons avec d'autres disciplines

- *Français : voir ci-dessus partie A.
- *Éducation civique : la santé et la sécurité, « les atteintes à l'environnement (...) sont étudiées à partir de situations concrètes ».

D. La terre change en surface. (durée conseillée : 28 heures)

L'élève s'intéresse aux manifestations concrètes et les plus directement visibles ou aisément mises en évidence de l'activité de la Terre. Que le siège de cette activité soit superficiel ou profond, celle-ci se traduit en surface par des changements affectant des objets très divers, à toutes les échelles de temps et d'espace, fréquemment en interaction avec le monde vivant.

La géologie étant une science de terrain, on privilégie un exemple local ou régional étudié à partir d'une sortie.

Cette partie permet d'initier l'élève aux méthodes utilisées par le géologue. Ainsi le raisonnement par analogie s'applique par le recours aux phénomènes actuels pour proposer des explications à ceux du passé. L'expérimentation et la modélisation sont introduites le moment voulu, et avec toute la prudence nécessaire, dans la mesure où les conditions de leur réalisation sont souvent très différentes de celles de la réalité.

Les paysages étudiés qui constituent un cadre de vie pour l'Homme, sont soumis à son action. Il en exploite les ressources, les phénomènes qui s'y déroulent peuvent engendrer des risques pour lui. L'étude d'une ressource et d'un risque, contribution à l'éducation à l'environnement, peut être préparée avant une mise au point en classe par un travail personnel des élèves, notamment grâce aux documents du CDI et avec le concours du documentaliste.

La volonté de lier l'action des phénomènes externes et internes, qui interagissent pour modeler la surface, justifie la présentation unifiée de cette partie. Son étude peut cependant aussi être répartie entre la fin de la 5^e (D-1) et le début de la 4^e (D-2).

1. L'évolution des paysages : roches, eau atmosphère, êtres vivants

(Classe de 4^e ou de 5^e durée conseillée : 16 heures)

Contenus - Notions

• Dans un paysage, on peut observer des interactions entre les roches, l'eau, l'air, la végétation et l'Homme.

- Les roches sont le plus souvent masquées par un sol, de la végétation et parfois des aménagements humains.
- Les roches et leurs constituants subissent à la surface de la Terre une désagrégation et/ou une dissolution dont l'eau est le principal agent ;
- Selon leurs caractéristiques (disposition, nature et arrangement de leurs éléments, fracturation), elles résistent plus ou moins à l'action de l'eau ;
- La végétation intervient dans les transformations subies par les roches.
- La fragmentation des roches conduit à la formation de matériaux meubles, constitués de particules, qui peuvent s'accumuler sur place et participer à la formation d'un sol, ou être entraînés par des agents de transport.
- La dissolution d'une partie des constituants des roches conduit à la formation de solutions entraînées dans le ruissellement.
- Les cours d'eau, principalement, et les autres agents de transport sont responsables de l'érosion et contribuent largement au modelé du paysage.

Physique-chimie : dissolution d'un solide, d'un gaz. Distinction de substances homogènes et hétérogènes. Dépôt d'un solide en suspension. Propriétés des matériaux

• Les roches sédimentaires sont des archives permettant de reconstituer des éléments de paysages anciens.

- De nouvelles roches se forment à partir des matériaux issus de l'érosion ;
- les particules abandonnées par les agents de transport constituent des dépôts ou sédiments détritiques ;
- d'autres sédiments peuvent se former à partir de solutions, ce phénomène est souvent favorisé par l'activité d'êtres vivants ;
- par une suite de transformations, les sédiments deviennent des roches sédimentaires.
- La transposition aux phénomènes du passé des observations faites dans les paysages actuels permet de reconstituer certains éléments des milieux anciens.
- Les fossiles, restes ou traces dans les roches d'êtres vivants du passé, apportent des informations sur les milieux de vie.
- L'empilement des matériaux sédimentaires successifs rend possible la reconstitution d'une suite de paysages ou d'événements.

Physique - chimie : dissolution de gaz, de solides - carbonate de calcium, chlorure de sodium ; évaporation, précipitation, suspension ; action chimique, action physique

• L'environnement géologique procure à l'Homme des ressources.

- Un matériau est utilisé, directement ou après transformation industrielle, en raison de ses propriétés.
- L'exploitation des ressources du sous-sol se fait en fonction des caractéristiques du gisement, de la teneur en substance utile, des possibilités technologiques et du contexte économique.
- Un matériau du sous-sol, généralement formé en plusieurs millions d'années, est une ressource non renouvelable à l'échelle de temps humaine. Son exploitation doit être gérée en fonction de son épuisement prévisible.

N.B. : on se limite à un exemple de matériau combustible ou de ressource minérale, à l'exclusion de l'eau.

• L'Homme est responsable de son environnement.

- Le respect de la végétation, la mise en œuvre de techniques assurant le ralentissement du ruissellement permettant d'éviter la dégradation des sols, de freiner l'érosion, et de prévenir les inondations.
- Les activités humaines peuvent polluer l'eau.

Compétences

- Identifier dans un paysage des manifestations actuelles ou récentes de l'érosion et du transport des matériaux, de la sédimentation.

- Reconnaître si une roche est ou non homogène, composée ou non d'éléments différents.
- Expliquer un aspect du modelé d'un paysage par une étude expérimentale faisant intervenir des propriétés des roches.
- Reconnaître et expliquer l'action érosive d'un agent (eau, vent, ...).

- Reconstituer un paysage du passé à partir de roches sédimentaires et des fossiles qu'elles contiennent.

- Mettre en relation les caractéristiques d'une roche sédimentaire (strates, fossiles) et les grands traits du milieu de sédimentation.
- Identifier un fossile grâce à une clé de détermination et émettre une hypothèse sur le milieu de vie ancien.

- Discuter le choix d'exploiter un gisement.

- Mettre en évidence (par l'observation, la manipulation, ou à partir de données) les propriétés d'un matériau justifiant son exploitation.
- Discuter, sur un exemple et à partir de données, la responsabilité de l'Homme dans la gestion des ressources de la planète.

- Discuter, sur des exemples et à partir de données, de la responsabilité de l'Homme quant à la qualité de son environnement.

Exemples d'activités

I - identification, lors d'une sortie, des éléments d'un paysage local.

C - réalisation d'un vidéogramme, de croquis, annotation de photos, rédaction d'un texte rendant compte d'observations effectuées sur le terrain.

Ra - comparaison du paysage étudié avec un autre et proposition d'hypothèses pour expliquer leurs différences.

Re - réalisation de manipulations révélant quelques propriétés des roches rencontrées en rapport avec les explications recherchées (cohérence, porosité, perméabilité, solubilité...).

I/Ra - comparaison de roches saines et altérées.

Ra - mise en relation de l'érosion d'une roche avec l'action des agents atmosphériques.

Ra - mise en relation des différences observées entre deux paysages avec la disposition des roches.

Ra - mise en relation de l'aspect d'un versant avec l'action de l'eau sur les roches de son sous-sol.

Ra - recherche de constituants issus de la roche-mère dans un échantillon de sol.

Re - observation, ou manipulation, illustrant le tri des particules effectué selon leur taille lors de leur mise en circulation.

Re - conception et réalisation d'une manipulation montrant la sédimentation dans l'eau.

- I - observation des photographies aériennes, d'images satellitales afin d'identifier les aires de sédimentation actuelles dans la mer, les estuaires.
- Ra - mise en relation du dépôt de matériaux dans un estuaire ou un méandre avec la vitesse du cours d'eau.
- Re - réalisation de manipulations montrant la précipitation de sels dissous dans l'eau par évaporation.
- Ra - mise en relation du dépôt de sédiments calcaires avec l'action d'un facteur physique ou biologique.
- I - observation de dépôts actuels stratifiés dans les cours d'eau ou en bord de mer.
- I - détermination de fossiles à l'aide d'une clé de détermination.
- Ra - comparaison de fossiles avec les êtres vivants actuels apparentés pour déterminer leur milieu de vie passé.
- Ra - comparaison avec l'actuel pour déterminer les conditions et le milieu de dépôt d'un sédiment.
- Re - mise en relation des propriétés d'un matériau avec son utilisation.
- I - délimitation d'un gisement sur une carte.
- Ra - estimation des réserves d'un gisement.
- I - recherche d'informations sur des techniques d'exploitation, d'extraction.
- Ra - mise en relation des techniques d'exploitation, du mode de gisement et des propriétés du matériau.
- I - comparaison de la durée d'exploitation d'un gisement avec la durée de formation du matériau exploité.
- C - recherche d'informations et réalisation d'un dossier (CDI) sur le reboisement, la plantation de végétaux fixateurs de sol, les risques de pollution des eaux...

2. L'évolution des paysages : effets de l'activité interne du globe

(Classe de 4^e durée conseillée : 12 heures)

Contenus - Notions

☞ Les séismes résultent d'une rupture brutale des roches en profondeur et se manifestent par des déformations à la surface de la Terre.

- Des forces s'exerçant en permanence sur les roches finissent par provoquer leur rupture soudaine :
- le foyer du séisme est le lieu où se produit la rupture ;
- à partir du foyer, la déformation se propage sous forme d'ondes ;
- les mouvements de surface liés à la transmission des ondes peuvent être enregistrés par des sismographes et être analysés.
- **Les séismes sont particulièrement fréquents dans certaines zones de la surface terrestre.**
- Ils se produisent surtout le long de l'axe des dorsales océaniques, et dans les chaînes de montagnes, à l'aplomb des fosses océaniques.
- **Le volcanisme est l'arrivée en surface de matière minérale en fusion : le magma.**
- Les manifestations volcaniques sont des émissions de lave et de gaz, des explosions projetant des matériaux solides fragmentés.
- Un magma est un liquide issu de la fusion localisée d'un volume restreint de roche, à plusieurs kilomètres de profondeur.
- Selon la composition des magmas, les éruptions sont de types différents et les laves plus ou moins fluides. *N.B. : on se limite à deux types d'éruption.*
- Le refroidissement par étapes du magma, sa solidification sous forme de cristaux ou de verre, donnent naissance aux roches volcaniques.
- La structure de la roche conserve la trace des conditions du refroidissement.
- **Les volcans actifs sont répartis de façon irrégulière à la surface du globe, sur les continents et dans les océans.**
- Sur les continents, les édifices volcaniques sont souvent associés en alignements, notamment autour de l'océan Pacifique ou le long de grandes cassures.
- Dans la partie axiale des dorsales, le fond des océans présente des fissures le long desquelles est émis du basalte.
- **L'existence de roches ou d'édifices volcaniques anciens atteste une activité volcanique dans le passé.**
- ↳ physique-chimie : variations de propriétés avec la température ; volume ; pression des gaz ; changements d'état d'un corps pur*
- **L'activité de la planète engendre des risques pour l'Homme.**
- Un risque géologique est défini par l'évaluation du danger lié aux phénomènes géologiques et de la probabilité de ces phénomènes (séismes, volcanisme, glissements de terrain).
- L'Homme se préoccupe :
- de détecter les zones à risque par l'étude des phénomènes en cause ;
- de prévenir ces risques (surveillance scientifique des zones à risque, constructions adaptées, éducation des populations).

Compétences

☞ Relier les manifestations d'un séisme à des phénomènes qui se déroulent en profondeur.

- Décrire et expliquer les différents phénomènes observés lors d'un séisme.
- Situer les zones sismiques à l'échelle mondiale et à celle de la France.
- **Relier les manifestations volcaniques à la présence et à la progression d'un liquide magmatique.**
- Décrire le déroulement d'une éruption volcanique et expliquer la formation d'une roche volcanique.
- Relier le type d'éruption à la plus ou moins grande fluidité de la lave.
- Déterminer qu'une roche est d'origine volcanique d'après l'étude de sa structure.
- Situer les zones volcaniques à l'échelle du globe.
- Établir l'existence d'un volcanisme ancien dans une région donnée.
- **À partir de documents géologiques fournis, apprécier la nature du danger et délimiter les zones à risque.**

Exemples d'activités

- I - observation de photographies, de vidéogrammes montrant les manifestations et les conséquences d'un séisme.
- Ra - mise en relation du tracé d'un sismogramme avec la propagation d'ondes sismiques.
- I/Ra - recherche des causes immédiates d'un séisme à partir d'un texte ou d'un autre document.

C - schématisation et localisation sur un bloc diagramme du foyer, de l'épicentre et de l'accident à l'origine du séisme. Matérialisation du trajet des ondes sismiques.

I/C - recensement et localisation des séismes sur un planisphère ou grâce à un logiciel.

I/Ra - mise en relation de la répartition de foyers sismiques avec la localisation du réservoir magmatique.

C - schématisation d'un édifice volcanique.

I - observation à l'œil nu, à la loupe de roches volcaniques (basalte, trachyte).

I/C - réalisation d'un croquis annoté de lames minces de ces roches vues au microscope polarisant.

I/Ra - mise en relation du résultat du refroidissement lent ou brutal de soufre fondu avec un modèle de formation des différents constituants d'une roche volcanique.

Ra - comparaison de deux types d'éruptions à partir de vidéogrammes.

Ra - mise en relation de la fluidité d'une lave avec un type d'éruption.

I/C - localisation des zones volcaniques du globe à partir d'un planisphère.

I/Ra - observation d'une carte des reliefs sous-marins et mise en relation de ces reliefs avec la production de roches volcaniques.

I - localisation du volcanisme ancien en France à l'aide d'une carte géologique.

I/Ra - reconnaissance sur une carte ou/et des photographies aériennes de manifestations de volcanisme ancien (dôme, cône, cratère, coulée).

I - recherche d'informations sur des événements catastrophiques dans la région, sur les risques volcaniques et sismiques en France.

I - observation d'un vidéogramme présentant des moyens de prévention des risques sismiques.

Ra - appréciation du risque sismique pour une région donnée, des documents étant fournis.

Ra - évaluation des risques sismiques dans une région à partir de la lecture d'une carte de la sismicité.

Liaisons avec d'autres disciplines

* Français : « comprendre la cohérence des textes explicatifs », « lire des textes argumentatifs » ; « observer l'image » ; « écrire un texte explicatif », « mettre en ordre des idées et informations afin d'argumenter » ; « lier assertion et justification » ; « pratique de lectures documentaires » (documents sur papier, sur supports informatiques).

* Géographie : la France – « les grands types de paysages constituent un environnement et un patrimoine à gérer et à préserver » ; les grands ensembles régionaux ; – « ... une attention particulière à la région où se trouve l'établissement (...), l'accent sera mis sur les paysages... ». Les activités et l'aménagement du territoire.

E. La «machine Terre» (Classe de 4^e - durée conseillée : 6 heures)

L'étude des séismes et du volcanisme a fait percevoir l'existence d'une activité interne de la Terre, activité qu'il s'agit maintenant d'expliquer de façon simple et accessible à un élève de 4^e, même si certains éléments restent inconnus en fin de compte, ou ne font pas l'objet d'une étude pour eux-mêmes. Ainsi par exemple, en ce qui concerne la structure de la Terre, on s'en tient à la distinction lithosphère – asthénosphère, et, à l'intérieur de la lithosphère, à la mise en évidence de la croûte océanique et de la croûte continentale.

Cette étude reste cependant suffisamment globale pour donner une vue d'ensemble cohérente du fonctionnement de la Terre.

Contenus - Notions

• **La partie externe de la Terre est formée de plaques animées d'un mouvement permanent.**

- La répartition et les caractères des séismes et des manifestations volcaniques permettent de délimiter les plaques.

- Les variations de la vitesse des ondes sismiques en profondeur permettent de distinguer la lithosphère, rigide, de l'asthénosphère qui l'est moins.

- La croûte, partie superficielle de la lithosphère, est constituée en grande partie de granite dans les aires continentales, de basalte sous les océans. La base de la lithosphère et de l'asthénosphère sont constituées de péridotite.

- À raison de quelques centimètres par an, les matériaux des plaques se forment et s'écartent à l'axe des dorsales, se rapprochent et s'enfouissent aux frontières de convergence.

• **L'énergie responsable du mouvement des plaques provient de l'intérieur de la Terre.**

- L'augmentation de la température avec la profondeur témoigne de cette énergie.

- Une partie importante de cette énergie provient de matériaux radioactifs présents en profondeur.

• **Les mouvements des plaques transforment la lithosphère.**

- Ces mouvements assurent le déplacement des continents, l'ouverture et la fermeture des océans.

- L'affrontement des plaques dans les zones de convergence engendre des déformations souples ou cassantes de la lithosphère (plis, failles), et aboutit à la formation de chaînes de montagnes.

Compétences

- **Relier la localisation des séismes et du volcanisme à l'existence des plaques et à leur dynamique.**

- Relier sur un planisphère dorsales et fosses océaniques aux limites des plaques.

- Annoter un schéma fonctionnel de la partie externe de la terre.

- **Relier la formation et l'évolution d'un océan et la formation d'une chaîne de montagnes aux mouvements des plaques.**

Exemples d'activités

I/Ra - observation des variations de vitesse d'ondes sismiques profondes à la base de la croûte et au passage entre lithosphère et asthénosphère.

C - localisation sur un schéma du globe de la lithosphère, de l'asthénosphère et de croûte.

I - identification des mouvements de part et d'autre des frontières des plaques sur un planisphère.

Ra - calcul de la vitesse de déplacement de deux plaques qui s'écartent, à l'aide d'une carte des fonds océaniques.

Ra - mise relation de l'existence de fosses, de séismes profonds avec l'enfoncement de la lithosphère océanique.

I - recherche (CDI) et étude de documents montrant l'élévation de la température avec la profondeur.

Re - réalisation de maquettes montrant l'emboîtement des continents (Afrique, Amérique du Sud).

I/Ra - reconstitution du déplacement d'une masse continentale, de la disparition d'un océan et de la formation d'une chaîne de montagne, à partir de cartes et de schémas.

I - repérage de la répartition mondiale des déformations de la lithosphère.

I - observation de déformation des roches à différentes échelles.

Re/Ra - réalisation de modèles reproduisant ces déformations.

Liaisons avec d'autres disciplines : Français : voir ci-dessus, partie D

F. Histoire de la vie, histoire de la Terre (Classe de 4^e durée conseillée : 10 heures)

La mise en évidence de l'origine des roches sédimentaires, la reconstitution d'un paysage ancien ont déjà introduit l'idée d'un lien entre l'histoire de la Terre et celle de la vie. Cette idée est maintenant développée dans un cadre espace-temps élargi.

L'étude de quelques exemples significatifs doit notamment permettre :

- d'expliciter l'idée d'évolution, à laquelle les élèves ont été préparés, notamment en 6^e (parenté des êtres vivants) et au cycle central par les chapitres précédents (diversité des modalités des fonctions selon les milieux). Elle est abordée ici par le constat de la succession des formes vivantes et par la recherche d'une explication : l'existence de filiations ;
- de montrer qu'il existe des interdépendances entre l'histoire de la terre et celle de la vie.

Cette étude, qui permet de souligner l'importance du facteur temps dans le déroulement des phénomènes, nécessite quelques points de repère chronologiques. On s'en tient à une définition simple des ères et des périodes géologiques, prenant en compte des phénomènes de grande ampleur.

Contenus - Notions

• L'histoire de la vie est marquée par la succession et le renouvellement des espèces et des groupes.

- Les archives géologiques montrent qu'au cours du temps des espèces sont apparues, d'autres ont disparu.
- Au fil des périodes, progressivement, des groupes d'êtres vivants sont apparus, se sont développés, ont régressé, et ont pu disparaître.

N.B. : l'étude porte sur la comparaison de formes fossiles, au sein d'un système (géologique), et entre deux systèmes différents.

• Les espèces se sont formées les unes à partir des autres : c'est l'évolution. Tous les êtres vivants ont une origine commune.

- L'existence de ressemblances entre espèces apparues successivement suggère leur parenté.
- Une espèce nouvelle présente une organisation commune et des caractères nouveaux par rapport à une espèce antérieure dont elle serait issue.
- L'existence de formes intermédiaires conforte l'idée d'un lien entre les groupes.
- Un arbre d'évolution récapitule les filiations supposées entre espèces et groupes, et avec un hypothétique ancêtre commun.

N.B. : l'existence d'une filiation est étudiée à partir d'exemples pris chez les vertébrés, incluant les Primates et l'Homme.

• Les changements du monde vivant ont accompagné les transformations de la Terre.

- La Terre s'est formée il y a environ 4,5 milliards d'années. Les premières étapes de son évolution – diminution de la température de sa surface, formation des premières étendues d'eau – ont permis l'apparition de la vie, environ un milliard d'années plus tard.
- Les événements ayant affecté la surface de la Terre ont modifié les milieux et les conditions de vie : les peuplements ont changé.

N.B. : on s'appuie sur des exemples relatifs à la fin de l'ère secondaire et aux modifications paléogéographiques et climatiques de l'ère quaternaire.

• Les transformations géologiques et la succession des formes vivantes ont été utilisées pour subdiviser les temps géologiques en ères et en périodes de durée variable.

Compétences

- Expliquer, sur un exemple, l'expression : « les formes vivantes se renouvellent au cours du temps ».

- Situer dans l'ordre chronologique l'apparition des différents groupes de vertébrés.
- Commenter un arbre d'évolution en appréciant les degrés de parenté.
- Proposer, sur un exemple, une relation entre des événements survenus à la surface de la Terre et des changements dans le monde vivant.

- Situer sur un axe des temps comportant les ères :

- l'apparition de la vie, de la vie aérienne, des Vertébrés, de l'Homme ;
- deux événements géologiques (regroupement de masses continentales, une orogénèse).

Exemples d'activités

I/Ra - comparaisons relatives à la composition des faunes et des flores dans les mers du Cambrien et celles du Crétacé.

I - recherche d'informations sur la succession d'espèces dans un groupe animal ou végétal, à partir de textes, de graphiques et de tableaux.

I/Ra/Re - identification de fossiles à l'aide d'une clé de détermination.

I/Ra - comparaison de plans d'organisation de vertébrés.

I/Ra - comparaison de fossiles de deux ou quelques espèces d'une lignée pour identifier leurs ressemblances et leurs différences.

I/Ra - étude d'un arbre d'évolution des groupes de Vertébrés, avec repérage chronologique et positionnement de l'Homme.

Ra - comparaison de conditions supposées exister sur la Terre, à sa formation et un milliard d'années plus tard.

I/Ra - établissement d'un lien entre des variations paléogéographiques et des modifications climatiques correspondantes.

Ra - recherche d'un lien entre des variations de peuplement (extinction...) et des modifications climatiques.

I - recherche d'hypothèses sur l'extinction des Dinosaures.

Re/C - réalisation d'une frise chronologique pour les ères et les périodes rencontrées.

* * * * *

PROGRAMMES DE 3^E APPLICABLES À LA RENTRÉE 1999.

I. Présentation

A - La classe de 3^e, terme du collège

Le programme de sciences de la vie et de la Terre pour cette classe, comme ceux des classes précédentes, s'inscrit dans la perspective tracée en introduction au programme de 6^e. Son enseignement s'appuie sur le recours au concret et sur des activités pratiques de laboratoire. Il vise à renforcer et compléter les compétences développées tout au long de la scolarité au collège. Il doit à la fois achever de donner une vision cohérente et signifiante des sciences de la vie et de la Terre aux élèves auxquels cette discipline ne sera plus enseignée, et procurer aux autres des bases sur lesquelles puisse s'appuyer la formation qu'ils poursuivront au lycée dans ce domaine.

Dans cette double perspective, on attend de chaque élève, au terme de la 3^e, une maîtrise suffisante à la fois :

- de connaissances élémentaires assurant un premier niveau de compréhension du monde vivant et de la Terre, et des informations diffusées par les média à leur sujet,
- des méthodes permettant d'utiliser ces connaissances, les unes et les autres nécessaires à tous pour leur vie d'adultes et de citoyens.

B - Les orientations du programme

Inscrit dans la logique d'ensemble du collège, le programme de 3^e répond également à une volonté de cohérence interne. Il est centré sur l'Homme, à la fois dans son fonctionnement comme organisme et dans divers aspects de ses interactions avec son milieu et son environnement : la partie A prévoit une présentation simple du déterminisme génétique, interférant avec l'influence des conditions de vie ; la partie B envisage les moyens grâce auxquels cet organisme se préserve des risques liés à certains éléments de l'environnement ; la partie C concerne les conditions dans lesquelles l'organisme se procure et exploite, pour son fonctionnement et celui de ses cellules, les apports divers du milieu. et y rejette les produits de ce fonctionnement ; la partie D constitue une première approche de la façon dont l'individu prend conscience de ce qui l'entoure ; enfin. la partie E, conçue comme un couronnement de l'enseignement de la discipline au collège, invite à une réflexion. à partir des connaissances et des méthodes acquises, sur la responsabilité individuelle et sociale de l'Homme. Ainsi, de la 6^e à la 3^e, l'enseignement des sciences de la vie et de la Terre contribue de manière importante à l'éducation du citoyen, en matière d'environnement mais aussi de santé.

Les acquis nouveaux résultant de l'enseignement de la physique-chimie autorisent des investigations plus poussées que dans les classes précédentes, atteignant cette fois le niveau cellulaire (métabolisme, immunité...). Une coordination avec le professeur de physique-chimie est de ce fait à rechercher, à la fois pour assurer une articulation dans le temps des enseignements et pour bien faire prendre conscience aux élèves de l'interaction des savoirs disciplinaires : c'est une dimension importante de la culture d'un adolescent quittant le collège.

Comme dans les classes précédentes, l'enseignement des sciences de la vie et de la Terre met fortement l'accent sur la formation au raisonnement scientifique, à la méthode expérimentale, et sur le recours aux objets, aux manipulations, aux expérimentations qui permettent de l'exercer, dans le cadre des problèmes scientifiques qui fondent les sujets et orientent les démarches.

Les contenus enseignés sont toujours, à ce niveau, l'occasion :

- de contribuer à développer les capacités d'expression écrite, orale, graphique ;
- de prolonger les apports de la discipline à la préparation et à l'éducation aux choix d'orientation.

C - La Présentation du programme et l'organisation de l'enseignement

Comme au cycle central, pour chaque partie, après une introduction qui en définit l'esprit, une présentation en trois colonnes a été retenue³⁹. Une colonne centrale (contenus - notions) indique à la fois le cadre, les idées directrices et le niveau des connaissances visées, mais n'impose ni un ordre d'étude des notions, ni une démarche. À gauche, une liste, non exhaustive et non limitative d'activités⁴⁰ pouvant aider à atteindre ces objectifs est proposée. Le choix de ces activités, toujours intégrées à la démarche, appartient au professeur. À droite, une colonne de compétences (en gras, les compétences majeures), impliquant à la fois connaissances et méthodes, fixe le socle commun de ce que les élèves devraient savoir faire au terme de l'enseignement. L'évaluation, qui accompagne les apprentissages (évaluation formative) et permet, régulièrement, de les valider (évaluation sommative) porte de manière équilibrée sur les connaissances et les méthodes. L'accent mis sur les compétences pratiques et expérimentales suppose que les conditions de la formation pratique des élèves – constitution de groupes d'effectif limité – soient créées partout, selon les recommandations de la circulaire n° 97-052 du 27 février 1997.

C'est le professeur qui choisit l'ordre dans lequel il aborde les différentes parties du programme et le plan de leur étude. Son choix doit cependant permettre une couverture équilibrée de la totalité du programme, respecter une progression cohérente et tenir compte des coordinations nécessaires, notamment avec la physique-chimie. Toutefois, la partie E qui couronne l'enseignement de sciences de la vie et de la Terre au collège doit être traitée en fin d'année ; vu son importance au regard de la formation générale des élèves, le professeur doit veiller à lui réserver le temps nécessaire. Enfin, dans chaque partie, l'ordre de présentation des compétences n'impose pas la chronologie de leur acquisition ; notamment, une compétence affichée en gras au début d'une partie peut fédérer en fait tous les acquis de celle-ci.

³⁹ Pour gagner de la place, nous avons supprimé la présentation en colonne. Les points dont il est question ici apparaissent comme les « **Activités envisageables** ».

⁴⁰ Elles sont, comme pour les classes précédentes, reliées aux compétences méthodologiques définies dès la classe de 6^e : I (s'informer), Ra (raisonner), Re (réaliser), C (communiquer).

II- Programme

A - Unité et diversité des êtres humains (durée conseillée: 10 heures)

L'accès aux notions essentielles de génétique a été préparé dans les classes précédentes (espèces, fécondation,...). À un niveau adapté à la classe de 3^e, la notion de programme génétique permet une première explication de l'unité de l'espèce et de l'unicité de chaque être humain ; elle sera réinvestie dans les parties suivantes du programme (B et C notamment) et sera utile pour comprendre par la suite la diversité des êtres vivants. L'influence des conditions de vie sur l'expression des caractères individuels est soulignée à travers un ou deux exemples simples.

La relation entre information génétique et chromosomes, l'existence d'une information génétique considérée ici comme identique dans toutes les cellules somatiques de l'organisme, la transmission de l'information génétique, la création de la diversité sont abordées de manière la plus concrète possible. Les mécanismes et les étapes de la mitose et de la méiose, l'étude de la molécule d'ADN ne sont pas au programme.

Choisis de sorte qu'ils ne renvoient pas essentiellement à des maladies, les exemples relient ces études à des préoccupations de la vie courante. Ils donnent ainsi une dimension éducative à cet enseignement. Les élèves sont ainsi préparés à l'étude de la dernière partie du programme pour ce qui concerne les responsabilités collectives dans le domaine de la santé.

Contenus – notions

Chaque individu présente les caractères de l'espèce avec des variations qui lui sont propres. C'est le résultat de l'expression de son programme génétique et de l'influence des conditions de vie.

* Les caractères qui se retrouvent dans les générations successives sont des caractères héréditaires.

* Les conditions de vie peuvent modifier certains caractères. Ces modifications ne sont pas héréditaires.

* Les chromosomes sont le support du programme génétique. Toujours présents dans le noyau, ils sont facilement observables lors de la division cellulaire;

- les êtres humains possèdent 23 paires de chromosomes, l'une d'elles présente des caractéristiques différentes selon le sexe;

- un nombre anormal de chromosomes empêche le développement de l'embryon ou entraîne des anomalies chez l'individu concerné.

Les cellules de l'organisme, à l'exception des gamètes, possèdent les mêmes chromosomes que la cellule-œuf dont elles dérivent par divisions successives.

* La division d'une cellule:

- est préparée par la duplication de chacun de ses 46 chromosomes;

- se caractérise par la séparation des chromosomes obtenus, chacune des deux cellules formées recevant 23 paires de chromosomes identiques à ceux de la cellule initiale.

Les chromosomes portent les gènes, unités d'information génétique qui déterminent les caractères héréditaires.

* À un gène correspondent des informations différentes pour un caractère: ce sont ses allèles.

* En général, dans une cellule, un gène existe en deux exemplaires, occupant la même position sur chacun des deux chromosomes d'une paire.

* Les cellules possèdent, pour un même gène, soit deux fois le même allèle, soit deux allèles différents. Dans ce dernier cas les deux allèles peuvent s'exprimer ou l'un peut s'exprimer et pas l'autre.

* Chaque cellule possède l'ensemble du programme génétique de l'individu mais n'en exprime qu'une partie.

Chaque individu issu de la reproduction sexuée possède un programme génétique qui contribue à le rendre unique.

* Au cours de sa formation, chaque gamète reçoit au hasard un chromosome de chaque paire soit 23 chromosomes: les gamètes produits par un individu sont génétiquement différents.

* Lors de la fécondation, spermatozoïde et ovule participent à la transmission de l'information génétique : pour chaque paire de chromosomes et chaque gène, un exemplaire vient du père, l'autre de la mère.

* La fécondation rétablit le nombre de chromosomes de l'espèce.

* La reproduction sexuée crée au hasard un nouveau programme génétique.

Compétences

- Relier les caractères présentés par un individu à l'existence d'un programme génétique porté par les chromosomes et/ou à l'influence des conditions de vie.

- Distinguer un caractère d'espèce de ses variations individuelles.

- Identifier à propos d'un caractère morphologique ou physiologique simple l'influence des conditions de vie.

- Utiliser un microscope pour observer des chromosomes.

- Repérer les particularités d'un caryotype ordonné (chromosomes sexuels, nombre et forme des chromosomes).

- Expliquer verbalement, par un schéma ou par l'utilisation d'une maquette comment s'effectue la transmission intégrale des chromosomes de la cellule-œuf.

- Repérer des cellules en division dans une préparation microscopique.

- Établir la relation entre l'expression d'un caractère et l'information génétique possédée par un individu.

- Expliquer l'originalité de chaque individu par une double intervention du hasard.

- Expliquer l'origine d'une anomalie chromosomique.

- Expliquer la présence d'un caractère héréditaire chez un individu dont on connaît l'ascendance.

Exemples d'activités

I -Ra - Classement des caractères présentés par un individu (caractères spécifiques et variations individuelles).

Ra - Identification de la nature héréditaire d'un caractère à partir d'un arbre généalogique.

Ra - Interprétations de résultats d'expériences de transfert de noyaux cellulaires.

I - Observation microscopique de cellules montrant les chromosomes.

Ra - Mise en relation de la nature des chromosomes sexuels avec le sexe d'un individu.

I-Ra - Étude de caryotypes présentant des anomalies chromosomiques, recherche d'anomalies sur des caryotypes fœtaux.

I - Observation de vidéogrammes, afin de suivre l'évolution des chromosomes pendant la division cellulaire.

Ra - Comparaison du caryotype de la cellule-œuf à celui des autres cellules qui en sont issues.

Ra - Formulation d'hypothèses sur le mécanisme permettant le maintien du nombre de chromosomes lors de la division cellulaire.

Ra-Re - Manipulation de maquettes permettant de rendre compte de l'évolution des chromosomes lors de la division d'une cellule.

I - Observation de cartes géniques de chromosomes d'une même paire.

Ra - Mise en relation, sur un exemple, de l'information génétique et du caractère correspondant (groupes sanguins du système ABO,...).

I-Ra - Comparaison de l'équipement chromosomique du futur gamète à celui d'une autre cellule de l'organisme.

Ra-Re - Manipulation de maquettes afin de rendre compte de l'évolution des chromosomes lors de la formation des gamètes et de la cellule-œuf.

Ra - Explication de la formation d'une cellule-œuf mâle ou femelle.

Ra - Explication de la formation d'une cellule-œuf porteuse d'une anomalie chromosomique.

B – Protection de l'organisme (durée conseillée : 8 heures)

Cette partie du programme conduit les élèves à un premier niveau de compréhension des réactions permettant à l'organisme de se préserver des antigènes émanant de son environnement. Les notions essentielles sont introduites à partir de l'analyse de situations courantes. Il ne s'agit cependant pas de faire l'étude, pour elles-mêmes, d'une ou plusieurs maladies, pas plus que de réaliser l'inventaire systématique des différents micro-organismes présents dans l'organisme, qu'ils soient à l'origine de ces maladies ou inoffensifs. L'activité des différentes composantes du système immunitaire est permanente. C'est une des idées fortes à faire acquérir sur le fonctionnement de ce système. Par ailleurs, les connaissances développées constituent les références scientifiques nécessaires pour mieux comprendre l'efficacité des moyens préventifs ou curatifs mis au point par l'Homme. Elles permettent aussi de préparer la réflexion sur les responsabilités individuelles et collectives dans le domaine de la santé.

La démarche du professeur peut intégrer, dans l'un des cas suivants : vaccination, sérothérapie, antibiothérapie, une approche historique des circonstances des découvertes scientifiques qui sont à l'origine ou résultent de ces pratiques médicales.

Contenus – Notions

• L'organisme est constamment confronté à la possibilité de pénétration d'éléments émanant de son environnement.

* De nombreux micro-organismes sont en permanence au contact de l'organisme; certains franchissent la peau ou les muqueuses et peuvent être responsables d'infections. Ils se transmettent d'un individu à l'autre selon le cas par l'air, l'eau, les objets. le sang ou lors de rapports sexuels.

* Après leur pénétration (contamination) les micro-organismes tendent à proliférer (infection) au sein de cellules-hôtes, notamment pour les virus, ou dans le milieu intérieur pour la plupart des bactéries, productrices de toxines.

* Les risques de contamination et d'infection sont limités par la pratique de l'asepsie et par l'utilisation de produits antiseptiques. Des antibiotiques appropriés permettent d'éliminer des bactéries pathogènes.

* L'utilisation du préservatif permet de lutter contre la contamination par les agents des MST notamment celui du SIDA.

• L'organisme détecte en permanence la présence d'éléments étrangers grâce à son système immunitaire ; il réagit contre certains, selon des modalités dont les effets sont plus ou moins rapides.

* L'ensemble des organes - moelle rouge des os, ganglions lymphatiques, thymus et rate - et des différents types de leucocytes - cellules phagocytaires, lymphocytes - intervenant dans les réactions immunitaires constitue le système immunitaire.

* Une réaction immédiate d'élimination des agents infectieux - la phagocytose - par des cellules phagocytaires suffit le plus souvent. Elle peut se traduire par une inflammation.

* Parfois nécessaires, d'autres réactions plus lentes mettent en jeu la reconnaissance de l'élément étranger:

- le micro-organisme porte des molécules ou produit des toxines que l'organisme reconnaît comme différentes des siennes: ce sont des antigènes ;

- des lymphocytes spécifiques d'un antigène reconnu se multiplient rapidement dans les organes lymphoïdes.

* Parmi les lymphocytes,

- les lymphocytes B sécrètent dans le sang des anticorps – séropositivité - capables de se fixer sur les antigènes et de les neutraliser.

- les lymphocytes T détruisent par contact des cellules porteuses d'antigènes ou infectées par un virus.

* Certains de ces lymphocytes sont le support de la mémoire de l'antigène, ce qui permet aux réactions spécifiques d'être plus rapides et plus efficaces lors de contacts ultérieurs avec cet antigène.

• Des immunodéficiences innées ou acquises, peuvent affecter le système immunitaire.

* La production de cellules immunitaires par la moelle rouge des os peut être déficiente.

* Le virus du SIDA parasite certains lymphocytes T dans lesquels il se multiplie, entraînant leur destruction ; quand ces lymphocytes deviennent trop peu nombreux les défenses immunitaires sont inefficaces, des maladies opportunistes se développent.

• Des pratiques médicales résultent de l'application des connaissances relatives au fonctionnement du système immunitaire.

* La vaccination permet à l'organisme d'acquiescer préventivement et durablement une mémoire immunitaire relative à un micro-organisme déterminé.

* La sérothérapie fournit des anticorps produits par un autre organisme, et procure ainsi une immunité immédiate mais peu durable.

Compétences

- **Discuter du rôle respectif des barrières naturelles et des comportements dans la protection contre la contamination par les micro-organismes.**

- **Relier la mise en jeu d'une réponse immunitaire à la présence d'antigènes.**

- Localiser dans l'organisme les organes du système immunitaire.

- Utiliser le microscope pour repérer une catégorie de leucocytes sur un frottis sanguin du commerce.

- Relier l'inflammation à la mise en oeuvre d'une réaction immunitaire.

- Schématiser une phagocytose.

- **Expliquer la notion de séropositivité.**

- Attribuer à chaque type de leucocyte une fonction dans la réponse immunitaire.

- Justifier l'importance de la mémoire immunitaire.
- Expliquer pourquoi le SIDA favorise le développement d'infections que l'organisme ne peut juguler.
- **Justifier l'intérêt de la mise en oeuvre d'une sérothérapie et d'une vaccinothérapie**
- Justifier l'importance des rappels de vaccination.
- Expliquer la faible durée d'action d'un sérum.

Exemples d'activités

- Re** - Réalisation de préparations microscopiques de micro-organismes non pathogènes.
- I** - Observation microscopique de micro-organismes.
- I-Ra** - Recherche, à partir de documents, de modes de transmission de micro-organismes.
- I-C** - Recherche documentaire sur les MST les plus fréquentes.
- I-Ra** - Lecture et interprétation d'un antibiogramme.
- Ra** - Comparaison d'analyses de sang d'un individu sain et d'un individu malade en vue de formuler des hypothèses sur le rôle des leucocytes.
- I-Ra** - Observation microscopique d'une préparation du commerce pour identifier les différents types de leucocytes.
- Ra-C** - Annotation d'un schéma fonctionnel représentant la réaction inflammatoire.
- I** - Observation d'une séquence de phagocytose.
- Ra-C** - Schématisation d'après un document d'une phagocytose réalisée par un leucocyte.
- Re** - Manipulation de maquettes afin de matérialiser la spécificité des anticorps et de mettre en évidence la formation de complexes antigène-anticorps.
- I- Ra** - Lecture et comparaison de courbes de production d'anticorps à la suite de contacts avec un antigène.
- I-Ra** - Exploitation de documents relatifs à l'utilité de greffes de moelle.
- I-Ra** - Exploitation de documents témoignant d'une infection par le virus du SIDA.
- I-Ra** - Exploitation de textes historiques sur la découverte des principes de la sérothérapie ou de la vaccinothérapie.
- Ra** - Comparaison des principes de la sérothérapie à ceux de la vaccinothérapie.

C - Fonctionnement de l'organisme, activité des cellules et échanges avec le milieu (durée conseillée: 14 heures)

En classe de cinquième, l'étude du fonctionnement de l'organisme a permis d'aborder la mise en jeu coordonnée des fonctions de relation et de nutrition. En classe de troisième, les investigations sont approfondies pour relier le fonctionnement de l'organisme, ses échanges avec le milieu et le métabolisme cellulaire.

La première partie du chapitre permet de fixer les objets d'étude et de dégager les problèmes à traiter : elle fait émerger l'idée essentielle que le fonctionnement de l'organisme repose sur l'activité de cellules spécialisées, satisfait leurs besoins communs de matière et d'énergie liés à cette activité, et les débarrasse des déchets provenant de celle-ci. L'étude des moyens mis en jeu pour cela, développée dans la suite du chapitre, est ainsi motivée.

La connaissance anatomique et fonctionnelle des organes et appareils acquise en classe de cinquième est systématiquement réinvestie et ainsi renforcée. Les études s'appuient sur les acquis des élèves en physique-chimie : atomes, molécules, réactions chimiques, conservation de la matière. La notion d'énergie n'est abordée que de manière empirique. Elle sera étudiée plus rationnellement en physique-chimie. Les connexions nombreuses entre les programmes de sciences de la vie et de la Terre et de physique-chimie impliquent des échanges entre les professeurs des deux disciplines.

Inscrite dans la perspective, commune à l'ensemble du programme, des relations fonctionnelles de l'Homme avec son milieu, cette partie comporte une dimension éducative dans le domaine nutritionnel.

Contenus – Notions

- **Le fonctionnement de l'organisme ses échanges avec le milieu extérieur sont en relation avec l'activité de ses cellules.**

- * Le fonctionnement de l'organisme dépend de cellules spécialisées constituant les organes.
- * Pour accomplir leurs fonctions et se renouveler, les cellules ont des besoins de matière et d'énergie. Les échanges entre l'organisme et le milieu extérieur permettent de satisfaire ces besoins et d'éliminer les déchets produits.

- La digestion et l'absorption assurent l'approvisionnement en nutriments des cellules à partir des aliments.

- * Au cours de la digestion, la fragmentation de molécules de grosse taille et de nature variée (glucides, protéides, lipides) contenues dans les aliments aboutit à un nombre réduit de types de molécules petites et non spécifiques. Cette simplification s'effectue sous l'action d'enzymes digestives.

- * Au terme de la digestion, on trouve dans l'intestin grêle :

- des petites molécules résultant ou non de la simplification moléculaire - glucose, acides aminés, acides gras, eau, vitamines - et des ions : ce sont les nutriments.

- de grosses molécules non digérées comme la cellulose.

- * Les nutriments sont absorbés dans l'intestin grêle, dont la paroi présente des caractéristiques qui favorisent leur passage de la cavité de l'intestin dans le sang et la lymphe.

(Physique chimie, classe de 3^e, partie B : substance chimique, réaction chimique, réactif, produit, ion, conservation de la matière)

- **Au cours d'un ensemble de réactions chimiques, la cellule utilise des nutriments d'une part avec du dioxygène pour libérer de l'énergie, d'autre part pour produire de nouvelles molécules.**

- * L'énergie libérée par l'utilisation des nutriments en présence de dioxygène est en partie consommée pour l'activité cellulaire, en partie dissipée sous forme de chaleur.

- * Selon leurs informations génétiques, en utilisant de l'énergie, les cellules produisent, à partir de nutriments, de nouvelles molécules nécessaires à leur fonctionnement et à leur renouvellement : c'est l'assimilation.

- * L'ensemble des réactions cellulaires produit de l'eau et des déchets - urée, acide urique, dioxyde de carbone -.

(Physique-chimie, classe de 3^e, partie B : molécules, réactions chimiques, conservation des atomes, introduction progressive du concept d'énergie)

- **Le sang et la lymphe transportent les nutriments et le dioxygène nécessaires aux cellules, et les déchets produits par leur**

activité. Les échanges avec les cellules se font par l'intermédiaire de la lymphe.

- * Le sang est constitué d'un liquide, le plasma et de cellules, les hématies et les leucocytes. Le plasma et la lymphe, formée à partir de celui-ci, constituent le milieu intérieur.
- * Le dioxygène est prélevé dans le milieu extérieur au niveau de la surface d'échange des alvéoles pulmonaires. Il est transporté, pour l'essentiel, combiné de manière réversible à l'hémoglobine contenue dans les hématies.
- * Les nutriments, pris en charge au niveau de la paroi intestinale, sont transportés par le plasma et par la lymphe qui circule dans les vaisseaux lymphatiques.
- * Les déchets produits par l'activité cellulaire sont transportés essentiellement par le plasma via la lymphe et rejetés dans le milieu extérieur :
 - le dioxyde de carbone au niveau de la surface d'échange pulmonaire;
 - l'urée et l'acide urique par l'appareil urinaire, sous forme d'urine produite à partir du plasma dans les reins, organes richement irrigués.
- * Les cellules sont baignées par de la lymphe, intermédiaire pour leurs échanges avec le sang.
- **La connaissance des besoins nutritifs (énergie et matière) permet de définir une alimentation qui évite les excès et les carences.**
- * La ration alimentaire journalière correspond à la quantité d'aliments nécessaire au fonctionnement et à l'entretien de l'organisme dans une situation donnée.
- * La prise régulière de repas et l'équilibre entre les catégories d'aliments consommés caractérisent une alimentation rationnelle.
- * Les besoins qualitatifs et quantitatifs peuvent être satisfaits par des comportements alimentaires variés, dépendant des goûts, des habitudes culturelles et des aliments disponibles.
- * Des excès alimentaires, particulièrement en sucres et en graisses peuvent altérer la santé (obésité, diabète, maladies cardio-vasculaires).
- * Des carences en certains nutriments : vitamines, ions minéraux, acides aminés, sont responsables de maladies nutritionnelles.

Compétences

- **Expliquer par l'activé cellulaire le fonctionnement de l'organisme, ses échanges avec le milieu extérieur.**
 - Identifier, au microscope, des cellules spécialisées dans un tissu.
- **Expliquer l'approvisionnement de l'organisme en nutriments.**
 - Expliquer les transformations chimiques subies par les molécules contenues dans les aliments sous l'action des enzymes digestives.
 - Relier les transformations chimiques subies par les aliments au cours de la digestion à l'absorption intestinale.
 - Relier les caractéristiques de la paroi intestinale à l'absorption.
- **Relier la consommation de nutriments et de dioxygène par les cellules à la libération d'énergie utilisable et à la production de matière.**
 - Expliquer la grande variété de protéines obtenues à partir d'un petit nombre d'acides aminés.
 - Relier l'assimilation au renouvellement et au fonctionnement des cellules.
 - Indiquer l'origine des déchets transportés par le sang.
- **Expliquer le rôle d'intermédiaire joué par le sang et la lymphe entre le milieu extérieur et les cellules.**
 - Identifier et dessiner les constituants figurés du sang d'après une préparation du commerce.
 - Relier le rôle de transporteur du sang à ses constituants.
 - Établir le rôle épurateur du rein.
 - Identifier et situer les organes de l'appareil urinaire sur un document, un écorché.
 - Utiliser les connaissances acquises pour lire une analyse d'urine.
- **Adopter une attitude rationnelle dans la composition ou l'analyse critique d'un menu.**
 - Rechercher et nommer les principaux constituants d'un aliment.
 - Relier des maladies à des excès ou des carences alimentaires.

Exemples d'activités

- I** - Observation de cellules, de tissus en rapport avec leur activité.
- Ra** - Mise en relation de besoins de l'organisme en dioxygène et en nutriments avec les besoins des cellules en activité.
- Re** - Réalisation d'une digestion in vitro.
- Re** - Comparaison de la dialyse à travers un papier cellophane de l'amidon et de celle du glucose.
- Ra** - Schématisation ou matérialisation des simplifications moléculaires subies, au cours de la digestion, par les molécules de grosse taille contenues dans les aliments.
- Ra** - Étude de données chiffrées montrant le passage des nutriments dans le sang au niveau de l'intestin grêle.
- I** - Observation d'une coupe de la paroi intestinale à différentes échelles.
- Ra** - Étude d'expérimentations permettant de repérer dans les protéines de l'organisme, la présence d'acides aminés provenant de l'alimentation.
- Re - C** - Construction de modèles de chaînes protéiques à partir d'un nombre limité d'acides aminés.
- I-Ra** - Exploitation de données chiffrées sur le rythme du renouvellement cellulaire.
- I-C** - Observation d'un frottis sanguin sur une préparation du commerce, dessin de la préparation.
- Re** - Manipulations montrant la variation de coloration du sang en fonction de la quantité de dioxygène présent.
- Ra** - Comparaison de la teneur en nutriments du plasma avant et après un repas à partir de données chiffrées.
- Re** - Analyse d'urine mettant en évidence ses principaux constituants.
- Ra** - Comparaison des compositions de l'urine et du plasma.
- Re** - Dissection de l'appareil urinaire d'un petit mammifère.
- I** - Observation de l'irrigation sanguine des reins.
- I** - Observation d'une circulation locale dans un tissu pour mettre en évidence les rapports entre capillaires et cellules.
- C** - Schématisation des relations entre plasma, lymphe et cellules.
- I-Ra** - Classement des aliments selon leurs constituants principaux à partir de données ou de leur mise en évidence par des manipulations.
- Ra** - Analyse critique d'apports alimentaires à l'aide d'un logiciel.
- Ra** - Exploitation de données pour relier des excès ou des carences alimentaires à des maladies.

D - Relations à l'environnement et activité nerveuse (durée conseillée: 7 heures)

Un premier schéma fonctionnel du système nerveux a été mis en place au cycle central. En classe de 3^e, il s'agit, en se référant à ce schéma, de montrer que le système nerveux recueille le flux d'informations émanant du milieu de vie, que le cerveau élabore à partir de celles-ci une perception de cet environnement. À ce niveau, l'élève doit également comprendre que la motricité est inséparable de la sensibilité. Ainsi, ce chapitre achève la mise en place d'une conception d'ensemble de l'architecture et du fonctionnement du système nerveux.

Une brève présentation d'un petit nombre de réactions à des stimulations de l'environnement permet de rappeler les divers sens et organes des sens. Un seul exemple de système sensoriel est particulièrement étudié. Si le choix se porte sur la vision, il convient de tenir compte des contenus correspondants des programmes de physique-chimie du cycle central et de la classe de 3^e. Quel que soit l'exemple choisi, il est étudié pour définir les caractéristiques d'un système sensoriel : spécificité du stimulus et des récepteurs, transmission de messages nerveux vers des zones du cerveau où la perception se construit. Le message nerveux n'est pas décrit ; sa nature n'est pas au programme.

Cette partie du programme fournit aux élèves des bases scientifiques d'une éducation à la santé et à la responsabilité à l'égard de pratiques à risques : toxicomanies, consommation d'alcool, exposition prolongée à des stimulations lumineuses ou auditives agressives. Ainsi, les élèves sont-ils préparés à aborder au lycée, l'étude des aspects biochimiques du fonctionnement du système nerveux.

Contenus - Notions

• L'organisme capte en permanence des informations liées à des variations de paramètres physico-chimiques de son environnement.

* L'activité des récepteurs sensoriels, dispersés ou groupés en organes des sens, est déclenchée par un stimulus spécifique, provoquant la naissance de messages nerveux.

* La propagation des messages nerveux vers le cerveau se fait le long de fibres nerveuses en relation avec les récepteurs sensoriels.

[Physique-chimie, cycle central: l'œil, un détecteur de lumière - lumière - 3^e: lumière et images.]

• La perception de l'environnement et la commande motrice sont des phénomènes cérébraux.

* Elles s'élaborent au niveau du cortex cérébral.

* Elles mettent enjeu des aires cérébrales localisées, où aboutissent et d'où partent les messages nerveux.

* Elles supposent des communications entre les différentes régions du cerveau et la mise en jeu de la mémoire.

• Les organes effecteurs reçoivent des messages nerveux venant du cerveau.

* La propagation des messages nerveux se fait le long de fibres nerveuses en relation avec des aires spécialisées du cortex cérébral.

• Le cerveau est un organe fragile, soumis pour son fonctionnement à des exigences strictes. La mort du cerveau signifie la mort de l'individu.

* Il est particulièrement sensible aux insuffisances de l'approvisionnement en dioxygène et en glucose.

* Certaines substances chimiques, des agressions lumineuses ou sonores perturbent son fonctionnement.

• Les messages nerveux sont élaborés et transmis par des cellules spécialisées : les neurones.

* Les neurones communiquent entre eux au niveau des dispositifs spécialisés appelés synapses par l'intermédiaire de messages chimiques.

* Les médicaments (les tranquillisants, les anti-dépresseurs) agissent à ce niveau ; ils modifient l'humeur et les comportements.

* Les drogues ont également à ce niveau une action qui les rend dangereuses, car elles perturbent gravement les relations de l'homme avec son environnement.

Compétences

- Expliquer la perception d'un élément de l'environnement.

- Relier la variation d'un paramètre physico-chimique de l'environnement à l'intervention de récepteurs spécialisés.

- Mettre en évidence des fibres nerveuses dans un nerf.

- Réaliser un schéma fonctionnel du trajet du message nerveux, d'un récepteur sensoriel à l'organe effecteur.

- Expliquer dans une situation concrète le fonctionnement d'un système sensoriel ou d'un système moteur.

- Expliquer en quoi le cerveau est un organe fragile.

- Discuter la relation entre l'usage d'une drogue, une agression lumineuse ou sonore et des modifications du comportement.

- Identifier un neurone dans un tissu nerveux.

Exemples d'activités

I - Identification des organes des sens.

Re - Réalisation de manipulations afin de localiser diverses sensibilités au niveau de la peau ou de la rétine.

I - Observation microscopique d'une coupe de peau ou de rétine.

Re - Dissection d'un œil de vertébré.

I-Re - Dilacération d'un nerf pour identifier les fibres nerveuses.

I - Repérage des hémisphères cérébraux et du cortex cérébral sur un encéphale.

Ra - Mise en relation de la perte de sensibilité avec une lésion d'une aire cérébrale spécifique ou avec la section du nerf correspondant.

Ra - C - Schématisation du trajet d'un message nerveux depuis une aire motrice jusqu'à l'organe effecteur correspondant.

I - Observation microscopique de neurones.

Ra - Analyse de données relatives à la survie des cellules cérébrales.

I - Recherche d'informations permettant de relier des altérations de la perception à certains comportements.

I - Observation microscopique de neurones.

E- Responsabilité humaine : santé et environnement (durée conseillée : 6 heures)

L'éducation à la responsabilité en matière de santé et d'environnement constitue un des objectifs importants des programmes des sciences de la vie et de la Terre de la 6^e à la 3^e. La partie E, abordée en fin d'année, est centrée sur cette préoccupation éducative. Mobilisant et

approfondissant si nécessaire des bases scientifiques acquises, elle fonde sur celles-ci une réflexion sur les responsabilités individuelles et collectives dans ces domaines.

L'unité du chapitre se faisant autour d'objectifs éducatifs, quelques aspects seulement ont été choisis pour leur importance dans la vie de chaque citoyen, et parce qu'ils se relient à des sujets déjà étudiés. Ainsi, la maîtrise de la procréation est envisagée dans le prolongement de l'étude de la transmission de la vie au cycle central, et dans le cadre de l'éducation à la sexualité prévue par la circulaire n° 96-100 du 15 avril 1996. La lutte contre les maladies infectieuses, dont le SIDA, est reliée à l'étude de la partie B. L'éducation à la responsabilité en matière d'environnement, centrée jusque-là sur la qualité des milieux de vie, la gestion des ressources, la formation des paysages et la prévention des risques majeurs s'élargit à un niveau plus global. Cette partie terminale soulève des problèmes bioéthiques, à aborder en relation avec le professeur d'éducation civique.

Essentielle, elle couronne donc l'enseignement des sciences de la vie et de la Terre au Collège. Il importe de lui réserver le temps conseillé. Toutefois, en fonction des acquis et des motivations des élèves, on choisira de développer plus particulièrement un aspect dans chacun des deux domaines envisagés : santé et environnement.

Contenus - Notions

• La société en général, chaque citoyen en particulier, a une responsabilité à l'égard de la santé. La société organise la solidarité dans le domaine de la santé publique.

* Des mesures collectives permettent d'éviter des maladies infectieuses.

- Certaines maladies infectieuses se propagent à un grand nombre d'individus, provoquant des épidémies. D'autres se manifestent de façon plus ou moins constante dans une région : ce sont des endémies

- La société protège ses membres de maladies infectieuses en luttant contre la propagation des agents infectieux, en rendant obligatoires certains vaccins.

* Des techniques et des méthodes permettent aux couples de choisir d'avoir ou non un enfant.

- Des méthodes contraceptives s'appuyant sur les connaissances relatives à la procréation permettent de choisir le moment approprié pour avoir un enfant.

- Des techniques de procréation médicalement assistée (PMA), comme l'insémination artificielle et la fécondation in vitro, donnent à des couples stériles la possibilité de transmettre la vie.

- Dans certaines conditions, une interruption volontaire de grossesse (IVG) peut être pratiquée sous contrôle médical.

* Grâce au don d'organes et de sang, des vies humaines peuvent être préservées.

- Dans certaines conditions, un organe peut être prélevé sur un individu et greffé sur un autre.

- Des transfusions sanguines sont possibles à la condition que les hématies du donneur ne soient pas agglutinées par le plasma du receveur.

• L'Homme en général, chaque citoyen en particulier, a une responsabilité à l'égard de l'environnement à l'échelle de la planète, garant de sa santé.

* Un contrôle du rejet massif des gaz résultant des activités humaines se justifie par leurs effets sur l'environnement et la santé:

- des gaz comme le dioxyde de carbone et le méthane exagèrent l'effet de serre.

- les oxydes d'azote, de soufre augmentent localement l'acidité des eaux de pluie.

- d'autres gaz altèrent la couche d'ozone de la haute atmosphère, indispensable.

- dans la basse atmosphère, au contraire, la quantité excessive d'ozone dans les milieux urbains pollués crée des problèmes d'environnement et de santé.

[physique-chimie, classe de 3^e, partie C - les matériaux dans l'environnement]

* Une vigilance à l'égard des prélèvements excessifs d'animaux et de végétaux, des modifications de milieux de vie ou du patrimoine génétique est nécessaire pour éviter de porter atteinte à la biodiversité.

[Pour l'ensemble de cette partie, liaison avec: Éducation civique, programme de 3^e - Les questions d'éthique (bioéthique)]

Compétences

- Justifier, sur la base de données scientifiques, le bien fondé de mesures prises dans le domaine de la santé.

- Distinguer une épidémie d'une endémie.

- Expliquer l'intérêt social de la vaccination.

- Relier un moyen contraceptif à une phase de la reproduction.

- Repérer, compte tenu de données biologiques, la ou les raisons ayant pu conduire un couple à avoir recours à un mode de contraception, une PMA, une IVG.

- Discuter de la légitimité scientifique et sociale d'une transfusion ou d'une greffe.

- Discuter sur des bases scientifiques de la responsabilité de l'Homme quant aux conséquences de ses activités sur l'environnement à l'échelle de la planète.

- Relier, dans le cadre d'un exemple, l'émission massive de certains gaz à leurs effets possibles sur l'environnement et la santé.

- Expliquer le rôle de l'Homme dans la gestion de la biodiversité.

Exemples d'activités

I-Ra - Recherche documentaire sur la propagation d'un agent infectieux et sur les mesures prises pour l'éviter.

I-Ra - Étude d'une carte mondiale des vaccinations obligatoires ou conseillées.

I-Ra - Exploitation d'un calendrier de vaccinations.

Ra-C - Localisation sur un schéma d'appareil reproducteur du niveau d'action d'un contraceptif.

I-Ra - Identification d'une cause de stérilité à partir d'une hystérogographie, d'un spermogramme.

I - Observation des différentes étapes d'une fécondation in vitro à l'aide d'un vidéogramme.

I - Observation de l'évolution de greffes de peau.

Ra - Mise en relation du rejet de greffe avec le fonctionnement du système immunitaire.

I - Observation des résultats d'un test d'agglutination.

Ra - Mise en relation de ces résultats avec la présence d'antigènes et d'anticorps.

- I - Lecture de tableaux indiquant les variations récentes de la température atmosphérique moyenne.
Ra - Comparaison de l'extension de glaciers alpins au cours des deux derniers siècles et mise en relation avec les variations de température.
I-Ra - Observation de photographies de forêts, de constructions humaines endommagées et mise en relation avec la pollution locale de l'atmosphère.
C - Réalisation d'une enquête sur l'évolution de la couche d'ozone de la haute atmosphère.
I - Exploitation de documents montrant les conséquences des rayons ultraviolets sur un organisme vivant.
Ra - Mise en relation de l'augmentation de la teneur en ozone de la basse atmosphère avec ses conséquences sur la santé.
I-Ra - Comparaison du nombre d'espèces dans deux milieux différents (urbain et forestier) ou dans un milieu à des époques différentes.
Ra - Étude du règlement d'un parc naturel.

* * * * *

PROGRAMMES DES CLASSES DE 2^{NDE} . (applicable à compter de l'année scolaire 2000-2001)

LA PLANÈTE TERRE ET SON ENVIRONNEMENT

(8 semaines)

Cette partie du programme est, d'une part, une initiation à la planétologie par une étude comparée des planètes, et, d'autre part, une introduction aux problèmes d'environnement globaux par l'intermédiaire de l'étude de la dynamique des enveloppes externes de la planète Terre (atmosphère et océans). Elle s'articule autour de la perception de l'espace, du mouvement et des durées caractéristiques des phénomènes naturels. Il s'agit de situer l'Homme dans son environnement au sens le plus large (dans le système solaire et sur Terre), de montrer comment on étudie cet environnement (missions spatiales, observations de la Terre depuis l'espace) et de prendre conscience de sa fragilité.

Cette partie du programme s'appuie sur les acquis des classes du collège. L'un des objectifs est d'établir que la compréhension et l'évolution de notre environnement (passé et futur) nécessite une bonne perception des échelles d'espace et de durée des phénomènes. Des calculs très simples permettent de comprendre les mouvements des planètes autour du Soleil, de percevoir les problèmes d'environnement à l'échelle globale et d'avoir un avis sur des enjeux importants du monde futur (effet de serre, dispersion des polluants par l'atmosphère et les océans, stockage des déchets, etc). Deux grands thèmes seront abordés: "la Terre une planète du système solaire" et "la planète Terre et son environnement global".

Notions et contenus.

La terre est une planète du système solaire.

Le Soleil est une étoile autour de laquelle tournent différents objets(planètes,astéroïdes, comètes) (1). Ils sont de tailles, compositions chimiques et activités internes variées. Certaines planètes ont des enveloppes externes gazeuses ou liquides.

L'énergie solaire reçue par les planètes varie en fonction de la distance au soleil.

La répartition en latitude des climats et l'alternance des saisons sont des conséquences de la sphéricité de la Terre et de sa rotation autour d'un axe incliné par rapport au plan de révolution autour du soleil.

Planète Terre et environnement global.

La structure et l'évolution des enveloppes externes de la Terre (atmosphère, hydrosphère, lithosphère et biosphère) s'étudient à partir d'images satellitales (2).

L'effet de serre résulte comme sur Mars et Vénus de la présence d'une atmosphère (3).

Les mouvements des masses atmosphériques et océaniques résultent de l'inégale répartition géographique de l'énergie solaire parvenant à la surface de la Terre et de la rotation terrestre. Ces mouvements ont des conséquences sur l'évolution de l'environnement planétaire.

L'atmosphère terrestre a une composition chimique et une structure thermique qui varient avec l'altitude (4). L'ozone protège la Terre du rayonnement UV; il est aussi responsable de la séparation troposphère/stratosphère. Les mouvements atmosphériques sont rapides (de l'ordre de la dizaine de m.s⁻¹) et permettent un mélange efficace des gaz et polluants (CO₂, CFC, poussières, etc) à l'échelle planétaire.

Les masses océaniques sont animées de mouvements de deux types : les courants de surface (couplés à la circulation atmosphérique) et les courants profonds (liés aux différences de température et de salinité de l'eau de mer) (5). Ces deux types de courants ont des vitesses de déplacement différentes. Ces vitesses sont plus faibles que celles de l'atmosphère et disséminent moins rapidement les polluants à l'échelle planétaire.

La biosphère ensemble de la matière vivante.

Notion de respiration, de fermentation, synthèse chlorophyllienne.

Les cycles de l'oxygène, du CO₂ et de l'eau (6): ils montrent comment la lithosphère-l'hydrosphère, l'atmosphère et la biosphère sont couplées. Influence de l'homme. Action sur la température de surface.

Évolution historique de la composition de l'Atmosphère:

- La courbe des teneurs en CO₂ et O₂ de l'atmosphère terrestre depuis 4,5 milliards d'années.

- La courbe des températures fossiles et des teneurs en CO₂ au cours du quaternaire récent déterminée grâce à l'étude des isotopes de l'oxygène et des inclusions gazeuses des calottes polaires.

Relations transversales avec le programme de physique-Chimie.

Ne sont pas au programme:

- L'astronomie d'observation.
- Le bilan énergétique de l'effet de serre.
- Le détail des réactions photochimiques de fabrication et de destruction de l'ozone.
- Les développements théoriques et quantitatifs sur la force de Coriolis.
- Le bilan détaillé de l'écosystème terrestre.

- Les bilans quantitatifs des cycles géochimiques.
- Les mécanismes exacts des fractionnements isotopiques de l'oxygène.

(1) Les objets du système solaire tournent autour du Soleil avec des périodes de révolutions et des vitesses différentes. Cet aspect de la planétologie est contenu dans la partie du programme de physique "Temps, mouvements et forces". Les lois de Képler peuvent être évoquées;

(2) Intérêt de travailler à certaines longueurs d'onde pour observer les objets de la surface de la Terre (végétation, eau, sol, etc). Utilisation de la partie du programme de physique "Message de la lumière".

(3) Utiliser la partie du programme de physique "Message de la lumière". Le spectre de la lumière du Soleil correspond à la température élevée de sa surface. Ce spectre est modifié par absorption de certaines longueurs d'ondes par des molécules de l'atmosphère (exemple: l'ozone). La Terre émet de la lumière infrarouge qui correspond à sa température de surface. Une partie de ce rayonnement est absorbé par les molécules de H₂O et CO₂ de l'atmosphère.

(4) La variation de la température et de la pression de l'atmosphère terrestre en fonction de l'altitude sont des notions contenues dans le cours physique "L'air qui nous entoure".

(5) L'océan a une composition chimique complexe. Une caractérisation des ions (Na⁺, Cl⁻, HCO₃⁻, CO₃²⁻ ...) en solution dans l'eau de mer peut faire l'objet d'une manipulation pendant le cours de chimie. Certaines réactions chimiques ont lieu dans l'océan comme par exemple la réaction de précipitation des carbonates. Cette réaction est sensible à la température, à la teneur en CO₂ dissout dans l'eau de mer.

(6) Dans les cycles du CO₂ ce dernier n'est pas toujours sous forme de l'espèce CO₂. Il peut se trouver piéger dans les carbonates par exemple. Il faut ainsi savoir exprimer la quantité équivalente de CO₂ dans un carbonate. Cet aspect peut être traité en chimie lors de la présentation des grandeurs molaires.

Travaux pratiques envisageables

- Comparaison des planètes:

Études d'images et de données des sondes spatiales. Documents de planétologie comparée.

Mise en évidence d'une activité interne des planètes (ou de son absence) à partir de l'observation de leurs surfaces (appareils volcaniques, figures tectoniques et leur chronologie relative, etc.);

Comparaison des mouvements atmosphériques de planètes géantes avec ceux observés sur Terre.

- Quantité d'énergie reçue par les planètes: climats et saisons - effet de serre:

Expérience analogique montrant la variation de la quantité d'énergie reçue par unité de surface planétaire en fonction de l'éloignement au Soleil. Expérience avec une lampe de forte puissance. On mesure avec un détecteur la variation d'énergie que reçoit une surface donnée en fonction de l'éloignement à la lampe. L'émission sphérique de l'énergie conduit à une dépendance en l'inverse du carré de la distance au Soleil.

Explication analogique de la répartition en latitude des climats et de l'alternance des saisons en fonction de l'éclairement solaire. On éclaire un globe terrestre par un pinceau de lumière parallèle de taille plus petite que le globe et faisant un angle de 23° avec l'équateur de ce globe. En déplaçant ce faisceau de lumière de l'équateur aux pôles, on montre que la surface éclairée change. Sur un globe quadrillé par des secteurs de surface connue on peut montrer que la quantité d'énergie reçue à la surface change avec la latitude. Les saisons sont explicables en faisant référence à l'axe de rotation du globe par rapport au faisceau de lumière.

Expérience analogique sur les gaz à effet de serre: conséquence de la composition de l'atmosphère sur la température à la surface de la planète.

- Observations de la Terre par satellite
- Mouvements atmosphériques et océaniques
- Diffusion des pollutions.

Utilisation d'un radiomètre. Mise en évidence de la signature optique de certains matériaux (végétation, sable sec, sable humide) par l'étude de leur réflectance à différentes longueurs d'onde en utilisant des filtres.

Mise en évidence du rôle de la rotation terrestre sur les mouvements atmosphériques ou océaniques.

Étude de photos satellitaires météorologiques (figures cycloniques) de la circulation atmosphérique, et de la propagation de nuages de poussières (par exemple volcan Pinatubo), de polluants (par exemple nuage radioactif de Tchernobyl). Calcul à l'ordre de grandeur des mouvements des masses d'air.

Simulation à l'aide d'une maquette analogique de courants profonds avec des liquides de densités et de couleurs différentes. Calcul à l'ordre de grandeur des mouvements des masses d'eau par l'étude de la propagation de fronts de pollution ou de la dérive de bouées de mesure dans les grands courants, etc.

- Les séries temporelles:

Rappel des principes de stratigraphie. Enregistrement des séquences sédimentaires ou glaciaires. Vitesse de sédimentation. Examen des chronogrammes. Apprentissage des commentaires. Corrélation entre chronogrammes. (Il s'agira là d'un travail commun avec le professeur de mathématiques pour introduire sur ces exemples la notion de corrélation de manière très empirique).

BIOLOGIE

I. L'organisme en fonctionnement (7 semaines)

Cette partie du programme a pour objectif de sensibiliser les élèves à la notion d'intégration des fonctions dans l'organisme. Le support choisi est l'étude des variations des paramètres cardio-respiratoires du corps humain au cours de l'effort physique. Elle repose sur des acquis essentiels du collège tels que le rôle des nutriments et du dioxygène, celui des échanges gazeux et de la ventilation pulmonaire.

Notions et contenus.

- Relations entre activité physique et paramètres physiologiques. L'augmentation de l'activité physique s'accompagne d'un accroissement de la consommation de dioxygène et de nutriments par les cellules musculaires.

L'effort physique est associé à la variation de l'activité des systèmes circulatoire et respiratoire.

Ne sont pas au programme:

- Les divers nutriments autre que le glucose.

- Les conversions énergétiques.
- Le quotient respiratoire, le métabolisme basal, la dette d'oxygène.
- Les mécanismes de contraction de la cellule musculaire.
- Couplage entre l'activité cardio-respiratoire et l'apport de dioxygène aux muscles.

La circulation du sang au sein des cavités cardiaques se fait dans un seul sens.

La disposition en série de la circulation pulmonaire et de la circulation générale permet la recharge en dioxygène de l'ensemble du volume sanguin.

L'apport préférentiel de dioxygène aux muscles en activité résulte de la disposition en parallèle de la circulation générale associée à une vasoconstriction variable.

L'augmentation des débits cardiaque et ventilatoire permet d'apporter davantage de dioxygène aux muscles en activité.

Ne sont pas au programme:

- Les pressions intracardiaques.
- Les mécanismes d'échange du dioxygène.
- Les structures des vaisseaux.
- Les mécanismes de la vasoconstriction.
- Intégration des fonctions dans l'organisme au cours de l'activité physique.

Le fonctionnement automatique du cœur est modulé par le système nerveux.

L'activité rythmique des muscles respiratoires est commandée par le système nerveux.

Au cours de l'activité physique, cette modulation et cette commande sont modifiées, ce qui adapte l'organisme à l'effort.

Ne sont pas au programme:

- La structure du tissu nodal et les mécanismes de l'automatisme cardiaque.
- Le codage du système nerveux.
- Les structures de transmission et les mécanismes d'action des neuro-médiateurs.
- Les réseaux neuroniques

Travaux pratiques envisageables

- Activité physique: Mesure de la consommation de dioxygène, de la fréquence cardiaque et du débit ventilatoire.
- Dissection du cœur: Observation des cavités cardiaques, des valvules et des vaisseaux afférents et efférents.
- Mécanismes assurant la variation de l'apport de dioxygène aux muscles en activité: Étude des variations du débit cardiaque, de la distribution du sang entre les organes et de la teneur en dioxygène du sang artériel et du sang veineux.
- Automatisme cardiaque: Observation des battements cardiaques dans divers organismes animaux; extension vidéo (fonctionnement autonome du cœur isolé dans le cadre de la transplantation cardiaque humaine).
- Implication du système nerveux dans le contrôle des rythmes cardio-respiratoires: Analyse de données expérimentales sur les conséquences des sections et des stimulations des nerfs.

II. Cellule, ADN et unité du vivant (11 semaines)

L'objectif général est de dégager la notion d'origine commune des espèces qui conforte l'idée d'évolution déjà introduite au collège. Les études portent sur différents niveaux d'organisation: cellule, molécule et organisme. Elles montrent que, malgré leur extraordinaire diversité, les êtres vivants possèdent des propriétés fondamentales communes.

Notions et contenus.

La cellule fonde l'unité et la diversité du vivant.

Les cellules sont les unités structurales et fonctionnelles de tous les êtres vivants.

Toutes les cellules sont limitées par une membrane plasmique. Elle définit un compartiment intracellulaire où a lieu le métabolisme.

L'hétérotrophie et l'autotrophie sont deux grands types de métabolisme.

Les activités fondamentales des cellules telles que le métabolisme et la division sont sous le contrôle d'un programme génétique.

Le matériel génétique est contenu dans un ou des chromosomes.

Ne sont pas au programme:

- La description détaillée des organites et de la membrane plasmique.
- La structure moléculaire de la membrane.
- Les mécanismes des échanges membranaires.
- Les mécanismes de l'hétérotrophie et de l'autotrophie.
- Le cycle cellulaire.
- L'architecture des chromosomes.

Universalité et variabilité de la molécule d'ADN.

La transgénèse repose sur l'universalité de la molécule d'ADN en tant que support de l'information génétique.

Chaque chromosome contient une molécule d'ADN qui porte de nombreux gènes.

L'ADN est formé de deux chaînes complémentaires de nucléotides (A,T,C,G). la séquence des nucléotides au sein d'un gène constitue un message.

Les allèles ont pour origine des mutations qui modifient la séquence de l'ADN. Les mutations introduisent une variabilité de l'information génétique. Les conséquences des mutations sont différentes selon qu'elles touchent les cellules somatiques ou germinales.

Ne sont pas au programme:

- Les expériences historiques sur la structure et les fonctions de l'ADN.
- La structure détaillée des nucléotides.
- La réplication de la molécule d'ADN.
- Les mécanismes de l'expression génétique et le code génétique.

- Les différents types de mutation (ponctuelles et chromosomiques).

Parenté et diversité des organismes.

Les vertébrés présentent des similitudes anatomiques qui se traduisent par un plan d'organisation commun: axes de polarité (antéro-postérieur, dorso-ventral, droite-gauche), disposition des principaux organes par rapport à ces axes.

Le développement embryonnaire conduit à la mise en place du plan d'organisation en suivant un programme génétiquement déterminé.

Malgré leur diversité les grands plans d'organisation du monde vivant sont en partie sous le contrôle des gènes apparentés tels que les gènes homéotiques.

Les similitudes aux différents niveaux d'organisation: cellule, molécule d'ADN, et organismes conduisent à la notion d'origine commune des espèces.

Ne sont pas au programme:

- La description détaillée des organes et des appareils.
- Les mécanismes cellulaires et moléculaires de l'embryogénèse.
- Les mécanismes de l'évolution.

Travaux pratiques envisageables

- Observations de cellules en microscopie photonique et électronique: Cellules eucaryotes et procaryotes.
- Identification des besoins nutritifs et énergétiques des cellules: Culture de cellules.
- Comparaison des cellules autotrophes et hétérotrophes (échanges gazeux, besoins nutritifs).
- Mesure de la croissance d'une population cellulaire (étalement de cellules et comptage de clones, spectrophotométrie).
- Analyse documentaire d'expériences de transgénèse.
- ADN: Mise en évidence d'ADN au niveau des chromosomes (Feulgen). Extraction d'ADN. Modèles d'ADN réels ou virtuels.
- Mutation: Obtention par traitement contrôlé aux UV de mutants de levure reconnaissables par la coloration des colonies ou leur autocontrôle.
- Plans d'organisation: Dissections comparatives permettant d'établir quelques caractéristiques du plan d'organisation chez les vertébrés.
- Programme de développement: Observation de gamètes et réalisation d'une fécondation. Les premières étapes du développement de l'embryon; construction du plan d'organisation.

* * * * *

PROGRAMMES DES CLASSES DE TERMINALE S .

(applicable à compter de l'année scolaire 2002-2003)

I- Enseignement obligatoire

Notre planète, tant en ce qui concerne la géosphère que la biosphère, présente deux propriétés d'apparence contradictoire: stabilité et variabilité. Cette contradiction se résout par la prise en compte de la dimension temporelle. L'un des objectifs du programme de la classe de terminale est de fournir un modèle dynamique de la Terre aux élèves ayant opté pour la filière scientifique. Ce modèle, pour être complet, prend en compte l'évolution au cours du temps du système global terrestre: enveloppes fluides (abordées en classe de seconde), enveloppes solides (définies en classe de première S) et êtres vivants.

Le monde vivant présente une unité structurale et fonctionnelle mais aussi une très grande diversité ; cette diversité lui permet de se maintenir globalement au cours du temps et de s'étendre dans l'espace. Ainsi,

- la stabilité de la biosphère s'accompagne de la variabilité des espèces (évolution) ;
- la stabilité de l'espèce s'accompagne de la variabilité des individus (procréation, génétique) ;
- la stabilité de l'individu s'accompagne de la variabilité de certains de ses constituants (par exemple le système immunitaire).

Comprendre l'évolution biologique et géologique de la planète requiert la capacité d'identifier des moments remarquables dans l'histoire de la Terre, de les ordonner, d'évaluer leur âge et de mesurer les durées qui les séparent.

I-1. Introduction: approche du temps en biologie et géologie (0,5 semaine)

L'objectif de cette partie est d'introduire le programme, de lui donner du sens, d'en faire percevoir le fil directeur et la logique. Il s'agit plus précisément de conduire les élèves à s'interroger sur les différentes échelles de temps utilisées pour comprendre l'évolution conjointe de la planète et de la biosphère. Cette introduction s'appuie sur la perception empirique du temps qu'ont les élèves. Elle ne constitue en aucun cas une liste de contenus ou de notions exigibles au baccalauréat. Toutefois, si une notion utilisée dans l'introduction est reprise dans une autre partie du programme, elle pourra alors faire l'objet de questions à l'examen, ces questions se cantonnant exclusivement aux contenus et respectant les limites de la partie du programme correspondante. Les indications ci-dessous ne sont que des propositions.

I-1.1 Questions essentielles pouvant servir d'entrée dans le programme

- Comment la planète actuelle (avec ses habitants) s'est-elle construite au cours du temps? Son fonctionnement a-t-il toujours été conforme à l'actuel ou s'est-il modifié au cours du temps ?
- Quels sont les événements majeurs qui jalonnent cette histoire? Quand se sont-ils produits? Comment peut-on les dater ? Comment peut-on apprécier leur durée ?
- Sur quel(s) critère(s), notamment temporel(s), peut-on définir la stabilité ou la variabilité d'un individu, d'une chaîne de montagne, d'une molécule, d'une espèce, d'un domaine océanique...?
- Quelles sont les durées caractéristiques d'existence d'un individu, d'une chaîne de montagne, d'une molécule, d'une espèce, d'un domaine océanique...?
- Les modifications de la planète et de ses habitants sont-elles continues ou discontinues ?

I-1.2 Méthodes et supports envisageables

- Repérer sur une frise du temps les grands événements déjà abordés au cours des classes précédentes en sciences de la vie et de la Terre.

- Par une recherche documentaire, faire construire une frise du temps en y plaçant les événements couramment évoqués dans la presse de vulgarisation scientifique et faire naître le besoin d'une justification rigoureuse (ou d'une remise en cause) de cette présentation.

Parmi les événements clés intéressants, on peut citer sans les développer, les exemples suivants :

- La formation de la Terre et sa différenciation
- L'apparition de la vie
- L'apparition de l'atmosphère oxydante
- La mise en place de la tectonique des plaques
- L'apparition de la cellule eucaryote
- L'apparition de la première coquille (ou du premier squelette)
- L'apparition du premier vertébré
- L'apparition de la première plante ligneuse
- L'apparition du premier être vivant aérien
- L'apparition du premier Hominidé

- Par une recherche documentaire :

- faire classer les grands événements biologiques et géologiques selon leur durée.
- faire naître un questionnement sur le mode d'appréciation de la durée des phénomènes
- Discuter sur un exemple de la continuité ou discontinuité d'un phénomène selon l'échelle de temps utilisée pour le décrire.
- Discuter sur un exemple de la stabilité ou de la variabilité d'un objet. d'un mécanisme etc. en fonction de la durée de son observation.

Parmi les « objets et mécanismes » dont on peut apprécier la durée :

- La planète Terre
- Une chaîne de montagne
- Une période glaciaire
- Une espèce
- Un individu
- Une molécule
- Une cellule
- Une réaction métabolique
- Le renouvellement du carbone de la biomasse

- Une division cellulaire

Les technologies de l'information et de la communication pourront contribuer à l'enseignement de toutes les parties du programme, grâce aux possibilités d'acquisition et de traitement des données par ordinateur, de modélisation, de simulation et grâce aux ressources en ligne, notamment sur le réseau des sites institutionnels.

I-2. Parenté entre êtres vivants actuels et fossiles - Phylogénèse - Evolution (3 semaines)

À partir d'un réinvestissement de la classe de Seconde (les plans d'organisation, l'unité des constituants cellulaires et génétiques. L'origine commune des espèces) on aborde la biodiversité et la recherche de la parenté entre espèces (phylogénèse). L'Homme, avec ses caractéristiques particulières, est situé au sein du règne animal. On montre ensuite que les êtres humains actuels appartiennent à une même espèce. On date l'émergence de cette espèce en la resituant dans l'histoire de la Terre.

Activités envisageables

Remobilisation rapide des acquis de seconde et de première.

Étude sommaire de stades embryonnaires de différents vertébrés.

Utilisation de pièces anatomiques pour établir les relations de parenté entre les vertébrés.

Utilisation de logiciels permettant des comparaisons moléculaires entre les vertébrés (hémoglobine, myoglobine).

Utilisation de logiciels établissant des arbres phylogénétiques.

Lecture et critique d'arbres phylogénétiques.

Notions et contenus

Les êtres vivants partagent des propriétés communes (structure cellulaire, ADN, modalités de la réplication et de l'expression des gènes, code génétique). Ces propriétés traduisent une origine commune.

L'état actuel du monde vivant résulte de l'évolution.

Toutes les espèces vivantes actuelles et toutes les espèces fossiles sont apparentées mais elles le sont plus ou moins étroitement.

La recherche de parenté chez les vertébrés – L'établissement de phylogénies

L'établissement de relations de parenté entre les vertébrés actuels s'effectue par comparaison de caractères homologues (embryonnaires, morphologiques, anatomiques et moléculaires).

Les comparaisons macroscopiques prennent en compte l'état ancestral et l'état dérivé des caractères.

Seul le partage d'états dérivés des caractères témoigne d'une étroite parenté.

Ces relations de parenté contribuent à construire des arbres phylogénétiques.

Les ancêtres communs représentés sur les arbres phylogénétiques sont hypothétiques, définis par l'ensemble des caractères dérivés partagés par des espèces qui leur sont postérieures; ils ne correspondent pas à des espèces fossiles précises.

Une espèce fossile ne peut être considérée comme la forme ancestrale à partir de laquelle se sont différenciées les espèces postérieures.

Activités envisageables

Comparaisons chromosomiques et moléculaires Chimpanzé-Homme: Gorille-Homme.

Comparaisons anatomiques entre l'Homme et le Chimpanzé: étude des caractéristiques anatomiques en relation avec la station bipède.

Travail sur documents (réels, moulages, photographies...) montrant des pièces anatomiques (boîtes crâniennes, bassins): description, comparaison, classement.

Etude de la diversité de la répartition géographique des groupes sanguins.

Notions et contenus

La lignée humaine - la place de l'Homme dans le règne animal

L'Homme est un eucaryote, un vertébré, un tétrapode, un amniote, un mammifère, un primate, un hominoïde, un hominidé, un homininé: ces caractères sont apparus successivement à différentes périodes de l'histoire de la vie.

L'Homme partage un ancêtre commun récent avec le Chimpanzé et le Gorille. Cet ancêtre commun n'est ni un Chimpanzé (ou un Gorille) ni un homme.

La divergence de la lignée des chimpanzés et de la lignée humaine peut être située il y a 7 à 10 millions d'années.

Les critères d'appartenance à la lignée humaine

Les critères d'appartenance à la lignée humaine sont les caractères liés à la station bipède, au développement du volume crânien, à la régression de la face et aux traces fossiles d'une activité culturelle.

On admet que tout fossile présentant au moins un de ces caractères dérivés appartient à la lignée humaine.

Le caractère buissonnant de la lignée humaine

La lignée humaine est représentée actuellement par une seule espèce.

Plusieurs espèces d'homininés ont vécu entre 6 millions d'années et 100 000 ans, époque où apparaissent les *Homo sapiens*.

Ces espèces appartiennent à deux genres : les Australopithèques et les *Homo*.

Les Australopithèques possèdent des caractères dérivés de la lignée humaine en rapport avec la bipédie.

Les espèces du genre *Homo* possèdent en outre des caractères dérivés crâniens marqués notamment par une augmentation du volume crânien et une réduction de la face.

Les Australopithèques ont vécu entre 4 millions d'années (*Australopithecus anamensis*) et 1 million d'années (*A. robustus*). Les *Homo* les plus anciens (*H. habilis*) sont datés de 2,5 millions d'années. Plusieurs espèces d'homininés ont donc vécu en même temps.

Les Australopithèques formeraient un rameau de la lignée humaine détaché assez tôt de celui des *Homo*.

Les espèces fossiles actuellement datées entre 4 millions et 1,5 millions d'années sont toutes africaines. Cela peut s'expliquer par l'origine africaine de la lignée humaine ou par les conditions de fossilisation exceptionnelles de la vallée du rift africain.

Les *Homo erectus* sont connus d'abord en Afrique (adolescent de Turkana : 1,6 million d'années); ils forment un groupe très diversifié dont l'évolution est marquée notamment par une augmentation graduelle du volume crânien. De nombreuses populations colonisent l'Afrique du Nord, l'Afrique du Sud, le Proche Orient, l'Asie et l'Europe.

L'Homme de Néanderthal trouvé en Europe semble provenir de l'évolution d'*Homo erectus* ayant colonisé l'Europe.

L'origine des hommes modernes, *Homo sapiens*.

Toutes les populations humaines actuelles partagent les mêmes allèles avec une fréquence variable.

La population ancestrale n'aurait compté que quelques dizaines de milliers d'individus.

Homo sapiens serait une nouvelle espèce apparue en Afrique ou au Proche-Orient il y a 100 000 à 200 000 ans et aurait colonisé tous les continents en remplaçant *Homo erectus*.

Limites : les arguments liés aux données sur l'ADN mitochondrial ne sont pas au programme.

I-3. Stabilité et variabilité des génomes et évolution (6 semaines)

Cette partie du programme s'articule directement avec les acquis des classes de seconde et de première qu'elle complète (nature du matériel génétique et son expression, notion de mutant et de mutation, rôle de l'environnement dans l'élaboration du phénotype). Elle s'appuie sur des données récentes issues des études des génomes pour mettre en évidence deux des processus importants de leur évolution : formation de nouveaux allèles et formation de nouveaux gènes par mutation et duplication de gènes. Elle montre le rôle de la reproduction sexuée dans la stabilité du génome et dans sa variabilité.

Activités envisageables

Comparaison de séquences nucléotidiques et protéiques : comparaison de différents allèles d'un gène, comparaison des gènes d'une famille multigénique (hémoglobines et myoglobine, gènes homéotiques, etc.).

Utilisation de logiciels de traduction pour étudier les conséquences des mutations sur les protéines.

Notions et contenus

L'apport de l'étude des génomes: les innovations génétiques.

Au sein d'une espèce, le polymorphisme des séquences d'ADN résulte de l'accumulation de mutations au cours des générations. Suivant leur nature et leur localisation, les mutations (substitution, addition ou délétion d'un ou de plusieurs nucléotides) ont des conséquences phénotypiques variables.

Au sein du génome d'une espèce, les similitudes entre gènes (familles de gènes) sont interprétées comme le résultat d'une ou plusieurs duplications d'un gène ancestral.

La divergence des gènes d'une même famille s'explique par l'accumulation de mutations. Dans certains cas, ces processus peuvent conduire à l'acquisition de gènes correspondant à de nouvelles fonctions.

Les innovations génétiques sont aléatoires et leur nature ne dépend pas des caractéristiques du milieu.

Limites : Les mécanismes à l'origine des mutations ou des duplications de gènes et l'étude des différents types d'ADN extragénique ne sont pas au programme.

Activités envisageables

Étude de deux cycles biologiques: celui d'un mammifère et celui d'un champignon ascomycète.
Comparaison de caryotypes de cellules haploïdes et diploïdes.
Observations cytologiques d'évènements de méiose et de fécondation.
Interprétation de caryotypes présentant une trisomie libre du chromosome 21.

Notions et contenus

Méiose et fécondation participent à la stabilité de l'espèce.

Chez les organismes présentant une reproduction sexuée, une phase haploïde et une phase diploïde alternent.
La méiose assure le passage de la phase diploïde à la phase haploïde. Elle suit une phase de réplication de l'ADN et se compose de deux divisions cellulaires successives qui conduisent à la présence d'un lot haploïde de chromosomes par cellule fille.
La fécondation rétablit la diploïdie en réunissant les lots haploïdes des gamètes d'une même espèce.
Des perturbations dans la répartition des chromosomes lors de la formation des gamètes conduisent à des anomalies du nombre des chromosomes.

Limites : L'étude de l'ovogenèse et de la spermatogenèse n'est pas au programme.

L'étude des cycles autres que ceux d'un mammifère et d'un champignon ascomycète n'est pas au programme.

Les mécanismes cellulaires et moléculaires de la fécondation ne sont pas au programme.

Les différentes étapes de la prophase de la première division de méiose ne sont pas au programme.

Activités envisageables

Analyse de résultats de test-cross chez un organisme diploïde (cas d'un et de deux couples d'allèles).
Réalisation, observation et analyse de préparations microscopiques d'asques (cas d'un couple d'allèles).

Notions et contenus

Méiose et fécondation sont à l'origine du brassage génétique.

La variabilité allélique se manifeste au sein de l'espèce par une hétérozygotie de nombreux locus.
La variabilité génétique est accrue par la réunion au hasard des gamètes lors de la fécondation et par les brassages intrachromosomique et interchromosomique lors de la méiose.
Le brassage intrachromosomique, ou recombinaison homologue par crossing-over, a lieu entre chromosomes homologues appariés lors de la prophase de la première division de méiose.
Le brassage interchromosomique est dû à la migration indépendante des chromosomes homologues de chaque paire lors de l'anaphase de la première division de méiose.

Limites : Les mécanismes de crossing-over, les calculs de distance génique et les termes de post-réduction et de pré-réduction ne sont pas au programme.

Activités envisageables

Étude de l'exemple du paludisme et de la fréquence de l'allèle β^S de la globine ou du mélanisme de la phalène du bouleau.
Comparaison de molécules homologues de différentes espèces, ayant les mêmes propriétés.
Exemple : les hémoglobines de mammifères.

Notions et contenus

Étude de trois exemples de relations entre mécanismes de l'évolution et génétique.

Les innovations génétiques peuvent être favorables, défavorables ou neutres pour la survie de l'espèce.
- Parmi les innovations génétiques seules celles qui affectent les cellules germinales d'un individu peuvent avoir un impact évolutif.
Les mutations qui confèrent un avantage sélectif aux individus qui en sont porteurs ont une probabilité plus grande de se répandre dans la population.
- Des mutations génétiques peuvent se répandre dans la population sans conférer d'avantage sélectif particulier (mutations dites neutres).

Limites : Les mécanismes de la dérive génique ne sont pas au programme.

Activités envisageables

Comparaison des caractères crâniens du fœtus de Chimpanzé et du fœtus humain.
Acquisition plus tardive du caractère opposable du pouce chez le Chimpanzé que chez l'Homme.
Comparaison de la durée du développement embryonnaire du système nerveux central de l'Homme et du Chimpanzé.

Notions et contenus

- Des mutations affectant les gènes de développement (notamment les gènes homéotiques) peuvent avoir des répercussions sur la chronologie et la durée relative de la mise en place des caractères morphologiques. De telles mutations peuvent avoir des conséquences importantes.

1-4. La mesure du temps dans l'histoire de la Terre et de la vie (2 semaines)

Si les outils de mesure des durées des phénomènes biologiques actuels sont relativement familiers des élèves, il n'en est pas de même de ceux qui permettent d'apprécier les événements *longs* (par rapport à l'échelle humaine) et *anciens* (par rapport à l'approche historique). La mesure du temps au-delà des époques historiques se fait en interprétant des phénomènes géologiques et biologiques enregistrés dans les roches et les fossiles. Pour cela les géologues utilisent des outils de datation relative et absolue.

Selon son choix, le professeur peut consacrer un bloc de deux semaines à l'étude de ce chapitre ou le répartir sur une durée équivalente dans d'autres chapitres. Il est suggéré d'illustrer les méthodes de chronologie relative et absolue à partir d'exemples choisis dans les chapitres "convergence (subduction, collision)", "parenté entre êtres vivants actuels et fossiles - phylogénèse - évolution". Quelle que soit

la solution pédagogique choisie, les objectifs cognitifs à atteindre sont ceux énoncés ci-dessous.

Activités envisageables

Datation relative d'événements à partir d'exemples et d'observations:

- sur le terrain (superposition, discordance et déformation des couches) ;
- sur des échantillons (fossiles, minéraux) ;
- sur des coupes géologiques (discordances, intrusions) ;
- sur des photographies et des images à diverses échelles (discordances).

Notions et contenus

Datation relative

La datation relative permet d'ordonner les uns par rapport aux autres des structures (strates, plis, failles, minéraux) et des événements géologiques variés (discordance, sédimentation, intrusion, orogénèse).

Limites: Le détail des structures, leur inventaire exhaustif et les mécanismes de déformation ne sont pas au programme.

La datation relative repose sur les principes de la chronologie relative qui ont permis d'établir l'échelle stratigraphique des temps géologiques. Ces principes sont:

- superposition,
- continuité,
- recoupement,
- identité paléontologique.

Limites: L'utilisation de ces principes pour l'établissement de l'échelle stratigraphique internationale n'est pas au programme.

La connaissance de l'échelle stratigraphique internationale des temps géologiques n'est pas au programme.

La reconstitution de l'histoire géologique d'une région n'est pas au programme, on se limitera à l'étude de successions simples d'événements géologiques.

Activités envisageables

Calcul de l'âge d'une couche à partir de résidus de bois carbonisés (traces de peuplement, coulées volcaniques récentes ayant brûlé une végétation).

Utilisation de datations absolues K-Ar pour encadrer l'âge de gisements fossilifères d'hominidés dans les séries volcano-sédimentaires du rift est-africain.

Notions et contenus

Datation absolue

La chronologie absolue, en donnant accès à l'âge des roches et des fossiles, permet de mesurer les durées des phénomènes géologiques. Elle permet aussi de situer dans le temps l'échelle relative des temps géologiques.

La chronologie absolue est fondée sur la décroissance radioactive de certains éléments chimiques: elle exploite la relation qui existe entre rapports isotopiques et durée écoulée depuis la "fermeture du système" contenant les isotopes.

Les radio-chronomètres sont choisis en fonction de la période de temps que l'on cherche à explorer.

Pour les derniers millénaires on utilise le carbone 14 (^{14}C) dont la quantité lors de la fermeture du système est connue. La mesure de la quantité de ^{14}C restante dans l'échantillon permet de trouver un âge. Lorsque tous les éléments radioactifs ont disparu de l'échantillon, la datation n'est plus possible.

Pour des périodes plus anciennes on peut, par exemple, utiliser le couple potassium-argon (K-Ar). La quantité initiale lors de la fermeture du système est négligeable. La contamination par l'argon de l'atmosphère rend difficile la détection de l'argon issu de la désintégration du potassium avant que la roche ait atteint un certain âge. On utilise aussi le couple rubidium-strontium (Rb-Sr). Pour trouver l'âge d'une roche il est alors nécessaire de mesurer les rapports isotopiques de plusieurs minéraux de la même roche ayant cristallisé au même moment (les quantités initiales des éléments et le moment de la fermeture du système étant inconnus).

Limites: La signification des rapports isotopiques initiaux n'est pas au programme.

Remarque: la datation absolue des objets naturels en sciences de la Terre est une illustration pratique du principe de la décroissance radioactive étudié en sciences physiques et de la fonction exponentielle étudiée en mathématiques: une coordination entre les enseignants des disciplines scientifiques pourra être développée à ce sujet.

I. 5 La convergence lithosphérique et ses effets (4 semaines)

Les notions sur la structure du globe et la convection du manteau, les connaissances sur les plaques lithosphériques et leur cinématique, sur certains processus magmatiques ont été acquis en classe de première. Les principales caractéristiques de la convergence introduites en première sont réinvesties pour traiter les phénomènes liés à la convergence des plaques.

La convergence lithosphérique est caractérisée:

- par le rapprochement de repères fixés aux plaques,
- par une destruction de surface lithosphérique,
- par la formation de reliefs.

I.5.1 Convergence et subduction

Activités envisageables

Analyse de documents (cartes, coupes, base de données sismiques, photographies) permettant de dégager les principales caractéristiques des marges actives actuelles :

- fosse océanique,
- chaîne de montagnes,
- arc magmatique,
- prisme d'accrétion,
- bassin arrière-arc.

On exclura tout document relatif à la gravimétrie.

Notions et contenus

La convergence se traduit par la disparition de lithosphère océanique dans le manteau, ou subduction.

La lithosphère océanique s'enfonce sous la marge active d'une plaque comprenant une croûte continentale ou une croûte océanique. Les caractéristiques principales des zones de subduction sont:

- La présence de reliefs particuliers (positifs et négatifs).
- Une activité magmatique importante.
- Une déformation lithosphérique importante.
- Une répartition particulière des flux de chaleur.

Limites : Les caractéristiques gravimétriques des zones de subduction ne sont pas au programme.

Activités envisageables

Construction de plan(s) de Wadati/Benioff à partir des profondeurs des foyers des séismes.

Notions et contenus

La distribution géométrique des séismes matérialise le plongement d'une portion rigide de lithosphère à l'intérieur du manteau plus chaud et ductile.

Limites : L'étude exhaustive de la diversité des structures et des fonctionnements des zones de subduction n'est pas au programme. On se limite à la distinction entre subduction sous une marge continentale et subduction intra-océanique.

Activités envisageables

À partir des densités moyennes de la croûte océanique et du manteau lithosphérique, calcul de la densité moyenne de la lithosphère océanique en fonction de son épaisseur et de son âge. Comparaison avec la densité de l'asthénosphère.

Étude (texture, composition) de roches magmatiques: volcaniques (andésite, rhyolite) et plutoniques (granitoïde).

Notions et contenus

L'évolution de la lithosphère océanique qui s'éloigne de la dorsale s'accompagne d'une augmentation de sa densité, jusqu'à dépasser la densité de l'asthénosphère: cette différence de densité est l'un des principaux moteurs de la subduction.

Les zones de subduction sont le siège d'une importante activité magmatique caractéristique: volcanisme, mise en place de granitoïdes.

Limites : Les caractéristiques chimiques des séries magmatiques et la diversité des dynamismes éruptifs ne sont pas au programme.

Activités envisageables

Observation des minéraux et des structures minérales témoignant de transformations minéralogiques dans les metabasites ou métagabbros de la croûte océanique subduite : minéraux typiques des zones de subduction (glaucophane, grenat, jadéite).

Utilisation de grilles pétrogénétiques pour retrouver les conditions d'apparition de ces minéraux.

Notions et contenus

Le magma provient de la fusion partielle des péridotites au-dessus du plan de Bénioff, cette fusion est due à l'hydratation du manteau.

L'eau provient de la déshydratation des roches de la plaque plongeante. Le long du plan de Bénioff, les roches de la lithosphère océanique sont soumises à des conditions de pression et de température différentes de celles de leur formation. Elles se transforment et se déshydratent. Des minéraux caractéristiques des zones de subduction apparaissent.

I-5.2. Convergence et collision continentale.

La collision résulte de la convergence de deux lithosphères continentales. Elle fait suite en général à une subduction et conduit à la formation d'une chaîne de montagnes. Ces phénomènes sont abordés à partir de quelques aspects de la géologie des Alpes franco-italiennes. En aucun cas il ne s'agit d'une étude exhaustive de la chaîne ou de sa formation.

Activités envisageables

Reconnaissance et étude (terrain, coupes, photographies) des indices d'une subduction et d'une collision:

- roches, structures minéralogiques portant les traces de la subduction;
- plis, failles et charriages: traces de la collision.

Mise en évidence de l'épaississement à partir de l'analyse de profils sismiques levés au travers de chaînes de montagnes.

Notions et contenus

Dans les Alpes franco-italiennes affleurent des roches qui contiennent des témoins minéralogiques des conditions de pression et température d'une subduction. Il s'agit d'éléments d'une ancienne lithosphère océanique subduite et ramenée en surface (ophiolites). Dans les Alpes franco-italiennes affleurent des témoins de marges passives: sédiments, blocs basculés et de croûte océanique non subduite (ophiolites). Les marges passives sont déformées et témoignent de la collision continentale. La convergence est ici absorbée par la déformation des marges qui se raccourcissent et s'épaississent, conduisant à la formation d'une chaîne de montagnes. Les conséquences les

plus visibles du raccourcissement et de l'épaississement de la croûte continentale sont :

- une topographie particulière (des reliefs élevés associés à une racine crustale),
- des plis, des failles et des charriages.

Limites:

Les mécanismes de l'obduction ne sont pas au programme.

Le détail des structures, leur inventaire exhaustif et les mécanismes de déformation ne sont pas au programme.

Après la collision, la chaîne de montagnes est le lieu d'une évolution tardive: érosion en surface, fusion partielle en profondeur.

Limites: *Les processus d'évolution tardive des chaînes sont simplement évoqués; ils ne sont pas au programme et ne feront pas l'objet d'une question au baccalauréat.*

La fin de ce chapitre est l'occasion de dresser un rapide bilan de la dynamique de la lithosphère, de l'ouverture océanique à la naissance d'une chaîne de montagnes.

I-6. Procréation (6 semaines)

Les mécanismes cellulaires de la méiose et de la fécondation sont apparus au cours du temps en association avec des phénomènes physiologiques et comportementaux (reproduction sexuée et sexualité).

On aborde les problèmes en se plaçant dans la perspective d'une étude développementale : dans le prolongement de l'étude du génotype au phénotype du programme de première S, on envisage les mécanismes en jeu dans la réalisation du phénotype sexuel à partir du génotype.

Les notions étudiées en classe de première sur les caractéristiques d'un système de régulation à propos de la glycémie sont réinvesties pour l'étude d'une régulation plus complexe (trois niveaux de régulation : gonades, hypophyse, hypothalamus).

Cette étude permet d'aborder les notions de neurohormone sécrétée par l'hypothalamus, de rétroactions hormonales, de cycle menstruel, de puberté et de ménopause.

Les Hominidés se différencient des autres mammifères par une dissociation partielle entre sexualité et reproduction.

La connaissance des mécanismes régulateurs du cycle menstruel permet la maîtrise de la procréation qui par certains de ses développements pose des problèmes éthiques.

Activités envisageables

Dissection de l'appareil génital de la souris mâle et femelle.

Notions et contenus

La reproduction sexuée (méiose fécondation) apparaît dès les eucaryotes unicellulaires.

Dans le groupe des vertébrés chez les mammifères placentaires, elle se caractérise par l'acquisition de la viviparité.

Limites : *Seule la reproduction sexuée chez les mammifères placentaires est au programme.*

Activités envisageables

Exploitation de données concernant l'évolution des phénotypes sexuels mâle et femelle au cours du développement du fœtus.

Notions et contenus

Du sexe génétique au sexe phénotypique.

Chez les mammifères les structures et la fonctionnalité des appareils sexuels mâle et femelle sont acquises en quatre étapes au cours du développement :

- 1^{ère} étape : stade phénotypique indifférencié. Mise en place d'un appareil génital indifférencié dont la structure est commune aux deux sexes (génétiquement XX et XY).
- 2^{ème} étape : du sexe génétique au sexe gonadique.
 - sur le chromosome Y, au cours du développement précoce, le gène Sry est activé et donne naissance à la protéine TDF, signal de développement des gonades en testicules : acquisition du sexe gonadique mâle.
 - sur le chromosome X, il n'y a pas de gène Sry. En absence de la protéine TDF les glandes deviennent des ovaires : acquisition du sexe gonadique femelle.
- 3^{ème} étape : du sexe gonadique au sexe phénotypique différencié. La mise en place du sexe phénotypique mâle se fait sous l'action des hormones testiculaires et de l'hormone antimullerienne. Celle du sexe phénotypique femelle s'effectue en l'absence de ces hormones.
- 4^{ème} étape : la puberté. L'acquisition de la fonctionnalité des appareils sexuels mâle et femelle et des caractères sexuels secondaires se fait sous le contrôle des hormones sexuelles (testostérone chez le mâle, œstrogènes chez la femelle).

Activités envisageables

Observations microscopiques de spermatozoïdes et de coupes de testicules de mammifère.

Étude comparée des variations des concentrations plasmatiques de testostérone et de gonadostimulines.

Établissement du schéma fonctionnel du système de régulation de la testostéronémie.

Notions et contenus

Régulation physiologique de l'axe gonadotrope: intervention de trois niveaux de contrôle

• Chez l'homme

Activité testiculaire.

Les testicules produisent des spermatozoïdes et de la testostérone de manière continue de la puberté jusqu'à la fin de la vie.

L'homéostat de la testostéronémie est indispensable à la fonctionnalité de l'appareil sexuel mâle.

Contrôle par l'hypothalamus.

La sécrétion de testostérone ainsi que la production de spermatozoïdes sont déterminées par la production continue des gonadostimulines hypophysaires -FSH et LH- induite par la sécrétion pulsatile de GnRH, neurohormone hypothalamique. La GnRH est sécrétée sous l'influence de stimulus d'origine interne ou externe.

La testostéronémie est détectée en permanence par le complexe hypothalamo-hypophysaire.

La testostérone exerce sur ce complexe une rétroaction négative: ainsi, la testostéronémie est constante.

Activités envisageables

Observation microscopique de coupes d'utérus.

Observation microscopique de coupes d'ovaires.

Observation d'encéphales de mammifères permettant la localisation de la région hypothalamique et de l'hypophyse.

Analyses d'expériences relatives au rôle endocriné des ovaires et au contrôle exercé par le complexe hypothalamo-hypophysaire (vidéos, logiciels...).

Études des courbes montrant le synchronisme des variations des concentrations plasmatiques d'hormones ovariennes et hypophysaires au cours du cycle menstruel.

Notions et contenus

• Chez la femme

Le complexe hypothalamo-hypophysaire détermine et règle de façon cyclique, de la puberté à la ménopause, la sécrétion des hormones ovariennes, ce qui a pour conséquence le fonctionnement cyclique des organes cibles de ces hormones. Cette coordination aboutit à réunir les conditions optimales d'une fécondation et d'une nidation.

Cycle utérin: modifications structurales et fonctionnelles permettant l'implantation de l'embryon.

Cycle ovarien: l'évolution cyclique des follicules ovariens entraîne la sécrétion également cyclique des oestrogènes et de la progestérone.

Les organes cibles de ces hormones, utérus en particulier, évoluent donc aussi de façon cyclique.

Contrôle par l'hypothalamus: cette évolution est sous le contrôle de la sécrétion des gonado-stimulines hypophysaires -FSH et LH- elle-même permise par la sécrétion pulsatile de GnRH, neurohormone hypothalamique qui comme chez l'homme est sécrétée sous l'influence de stimulus d'origine interne ou externe. L'événement majeur du cycle est la libération brutale de LH, qui provoque l'ovulation. Le caractère cyclique de la sécrétion des gonadostimulines est lié à des rétroactions négatives et positives entre ovaire et complexe hypothalamo-hypophysaire (mise en jeu d'un servo-mécanisme).

Activités envisageables

Observation d'électronographies de glaire cervicale.

Utilisation de tests de grossesse.

Exploitation de résultats de castrations, greffes, injections.

Notions et contenus

Rencontre des gamètes et début de grossesse

La rencontre des gamètes est conditionnée au moins en partie par la qualité de la glaire cervicale. La fécondation a lieu dans le tiers supérieur des trompes et n'est possible que pendant une brève période après l'ovulation.

Après fécondation et nidation, la sécrétion de l'hormone HCG par le tout jeune embryon permet la poursuite de l'activité du corps jaune et, par conséquent, la sécrétion de progestérone indispensable au maintien de la muqueuse utérine au début de la grossesse.

Aspect comportemental.

Il existe une relation directe entre comportement sexuel et sécrétion hormonale.

Chez les mammifères non hominidés, l'acceptation du mâle par la femelle est déterminée par la sécrétion d'oestrogènes (oestrus).

Chez le mâle, le comportement de rut est dépendant de la sécrétion de testostérone et des stimulus émis par la femelle.

Dissociation entre hormones et comportement sexuel: l'Homme est capable de maîtriser sa procréation. Son comportement sexuel est partiellement dissocié de son activité hormonale.

Activités envisageables

Analyse de documents concernant des contraceptifs et des contraceptifs oraux (RU 486) et la pilule du lendemain.

Analyse de documents concernant des procréations médicalement assistées.

Analyse de textes relatifs aux problèmes éthiques liés aux progrès médicaux dans la maîtrise de la reproduction humaine.

Notions et contenus

Maîtrise de la procréation.

- Régulation des naissances

La contraception hormonale féminine s'appuie sur l'ensemble des connaissances acquises sur la régulation hormonale de la physiologie sexuelle.

La contraception hormonale masculine est encore à l'état de recherche.

Le couple peut utiliser d'autres moyens contraceptifs pour empêcher la rencontre des gamètes ou l'implantation de l'embryon.

- Aide médicalisée à la procréation

Le suivi de la grossesse

Pendant toute la grossesse la femme et son fœtus sont médicalement surveillés grâce à différents moyens d'investigation (analyses sanguines, échographies et si des doutes apparaissent, amniocentèse ou choriocentèse pour dépister une anomalie grave du fœtus). Dans le cas de la détection d'une anomalie grave, diverses mesures sont mises en œuvre qui peuvent aller jusqu'à proposer une IVG thérapeutique.

Infertilité et procréation médicalement assistée:

Différentes techniques médicales peuvent apporter des solutions: insémination artificielle. FIVETE, ICSI.

1.7 Immunologie (4 semaines)

Les défenses immunitaires sont capables de distinguer les cellules et molécules d'un individu des éléments étrangers ou qui le sont devenus. Elles sont capables d'éliminer ces éléments étrangers à l'organisme.

Déjà étudiées en classe de 3^e, les réactions immunitaires innées font partie des connaissances des élèves et ne sont pas développées en dehors de leur action de coopération lors des phases effectrices des réactions immunitaires acquises. Leur importance est cependant rappelée. Les réactions immunitaires acquises sont propres aux vertébrés, elles impliquent reconnaissance acquise et mémoire. Leur étude est abordée à partir d'un exemple, le SIDA, qui sert de support à des généralisations sur les aspects fondamentaux du fonctionnement du système immunitaire.

Les notions et contenus du programme ont été rédigés de manière exhaustive pour souligner leurs limites, dans la mesure où l'étude du virus de l'immunodéficience humaine (VIH) et du SIDA servent de support à l'étude de l'immunologie.

Cette partie, en prolongement de la première S, permet de réfléchir sur le phénotype (l'adaptabilité et la variabilité du système immunitaire) et sur son évolution au cours du temps, résultat de l'interaction entre le génotype et l'environnement. Cette variabilité du système immunitaire assure l'intégrité et donc la stabilité des organismes.

Activités envisageables

Étude de documents concernant le VIH et le SIDA

Notions et contenus

Une maladie qui touche le système immunitaire: le SIDA (syndrome d'immunodéficience acquise)

- Le VIH et la primo-infection

Le VIH (virus de l'immunodéficience humaine) est transmis par voie sexuelle, par voie sanguine ou au cours de la grossesse de la mère à l'enfant

Le VIH appartient à la catégorie des rétrovirus (virus à ARN).

Les cellules cibles du VIH sont principalement des cellules immunitaires: lymphocytes T 4, monocytes et macrophages, ces dernières cellules (monocytes et macrophages) jouant un rôle de véritable réservoir, notamment dans les ganglions lymphatiques. Elles possèdent des protéines membranaires auxquelles le virus s'amarre par l'intermédiaire d'une protéine de son enveloppe (la plus importante de ces protéines membranaires étant CD4), ce qui lui permet de pénétrer dans la cellule hôte.

Limites: L'étude des protéines membranaires - ancrages du virus autres que le CD4- n'est pas au programme.

Une enzyme virale, la transcriptase inverse, transcrit l'ARN viral en ADN dans les cellules infectées. Cet ADN est intégré au génome de la cellule et s'exprime, permettant la reproduction du virus sous forme de particules virales infectieuses et leur dissémination notamment dans les organes lymphoïdes.

Limites: la nature, l'origine de l'enveloppe virale et les mécanismes d'entrée, de prolifération, de libération du virus ne sont pas au programme.

Les tissus cibles du VIH autres que le système immunitaire ne sont pas au programme.

Pendant cette période, les symptômes se limitent le plus souvent à ceux d'une maladie virale bénigne.

- La phase asymptomatique

- Deux semaines à quelques mois après la contamination, la présence dans le sang de différents anticorps anti-VIH est décelée, le sujet est dit alors "séropositif pour le VIH".

- Apparaissent en même temps dans le sang du sujet contaminé des lymphocytes T cytotoxiques spécifiques dirigés contre les cellules infectées par le VIH.

- Pendant cette période asymptomatique de plusieurs années, les défenses immunitaires restent actives mais les virus continuent à se multiplier et le nombre de lymphocytes T4 à diminuer.

- Le sida: phase symptomatique

En absence de traitement, le nombre des LT4 baisse. Le sida se caractérise alors par diverses maladies opportunistes.

Les processus immunitaires mis en jeu - Généralisation

Les anticorps: agents du maintien de l'intégrité du milieu extracellulaire :

La séropositivité pour le VIH correspond à la présence d'anticorps spécifiques, dirigés contre certaines protéines du virus.

La synthèse d'anticorps est la signature d'une réaction de l'organisme à la présence d'éléments étrangers.

Les anticorps sont des effecteurs de l'immunité acquise.

Ils agissent dans le milieu extracellulaire (ou milieu intérieur) en se liant spécifiquement aux antigènes qui ont déclenché leur formation.

Les anticorps sont des immunoglobulines, protéines circulantes du milieu intérieur constituées d'une partie constante et d'une partie variable.

La spécificité des anticorps est due à la partie variable.

La liaison antigène-anticorps entraîne la formation de complexes immuns, favorisant l'intervention de mécanismes innés d'élimination de ces complexes.

Limites: Les mécanismes d'élimination sont limités à la phagocytose.

Les cellules phagocytaires (macrophages, polynucléaires), exprimant des récepteurs de la partie constante des anticorps, fixent par l'intermédiaire de ces récepteurs les complexes immuns et les éliminent par phagocytose.

Limites: La mise en jeu des protéines du complément est hors programme.

Les anticorps sont produits par des lymphocytes B sécréteurs ou plasmocytes.

De très nombreux clones de lymphocytes B se distinguant par leurs anticorps membranaires qui servent de récepteurs pour l'antigène, préexistent avant tout contact avec celui-ci.

La reconnaissance d'un antigène donné par un lymphocyte B porteur d'un récepteur spécifique de cet antigène entraîne la multiplication de ce lymphocyte et la formation d'un clone de lymphocytes B ayant la même spécificité.

Les lymphocytes B obtenus se différencient en plasmocytes et en lymphocytes B mémoire.

Dans la majorité des réactions immunitaires, cette multiplication est dépendante d'une autre population de lymphocytes, les lymphocytes T4 (voir 3).

Les anticorps dirigés contre les protéines virales peuvent bloquer la pénétration des virus dans les cellules, mais ne peuvent pas agir sur les cellules déjà infectées.

Les lymphocytes T cytotoxiques (T8) : agents du maintien de l'intégrité des populations cellulaires

Les lymphocytes T cytotoxiques sont aussi des effecteurs de l'immunité spécifique.

Les cellules infectées expriment à leur surface des fragments peptidiques issus des protéines du pathogène, que n'expriment pas les cellules saines.

Les lymphocytes T, par leurs récepteurs T spécifiques, reconnaissent les cellules infectées.

Cette reconnaissance déclenche un mécanisme d'élimination des cellules infectées par ces lymphocytes T cytotoxiques.

La production de lymphocytes T cytotoxiques spécifiques à partir de lymphocytes T pré-cytotoxiques repose sur des étapes (sélection, multiplication, différenciation, intervention des lymphocytes T4) voisines de celles conduisant à la production de lymphocytes B sécréteurs.

Limites: *L'étude des étapes de sélection, multiplication, différenciation, intervention des lymphocytes T4 n'est pas au programme.*

En particulier, l'étude de la nature des récepteurs T et des mécanismes de présentation des peptides antigéniques par les cellules présentatrices de l'antigène n'est pas au programme.

Le rôle du CMH est hors programme.

Dans le cas du SIDA, la destruction des lymphocytes T4 par les lymphocytes T cytotoxiques limite la progression de l'infection virale mais l'incorporation du génome viral dans les cellules infectées maintient la contamination.

Les lymphocytes T4 : pivots des réactions immunitaires spécifiques.

À la suite de l'entrée d'un antigène dans l'organisme, des lymphocytes T4 spécifiques de cet antigène se différencient en lymphocytes T4 sécréteurs de messagers chimiques (interleukines).

Les interleukines stimulent la multiplication et la différenciation des lymphocytes B et des lymphocytes T sélectionnés.

Limites : *Les mécanismes et les modalités de l'activation des lymphocytes T4, en particulier la présentation de l'antigène par les cellules présentatrices ne sont pas au programme.*

Dans le cas du SIDA, la disparition des lymphocytes T4 empêche la production d'anticorps et de lymphocytes T cytotoxiques contre des agents microbiens variés. Ceci permet l'apparition de maladies opportunistes.

Les conséquences de l'effondrement des défenses immunitaires prouvent qu'en permanence les mécanismes immunitaires sont à l'œuvre et montrent le rôle essentiel des lymphocytes T4 dans la majorité de ces réactions .

Activités envisageables

Réalisation d'un test de type ELISA

Interprétation de données portant sur la caractérisation de protéines à l'aide de la technique du Western Blot.

Utilisation de banques de données permettant d'étudier les séquences d'acides aminés correspondant aux différentes parties des anticorps.

Utilisation de logiciels de modélisation moléculaire montrant les anticorps et la réaction antigène-anticorps.

Expériences montrant la formation d'un complexe antigène-anticorps : test d'Ouchterlony.

Observation des lymphocytes en microscopie photonique et électronique.

Comparaison lymphocyte B et plasmocyte au microscope électronique.

Observation de lymphocytes T cytotoxiques en présence de cellules cibles.

Étude de documents concernant une vaccination antivirale.

Notions et contenus

Les vaccins et la mémoire immunitaire

Les espoirs pour un vaccin anti-VIH.

Des vaccins ont été mis au point contre différents virus.

Ils reproduisent une situation naturelle, celle de l'immunité acquise contre ces virus après une première infection guérie.

Le premier contact avec l'antigène entraîne une réaction lente et quantitativement peu importante, alors que le second contact entraîne une réaction beaucoup plus rapide et quantitativement plus importante.

Cette mémoire immunitaire s'explique par la formation, après un premier contact avec un antigène, de lymphocytes B mémoire et de lymphocytes T4 mémoire.

Ces cellules sont plus nombreuses que les lymphocytes B ou T4 vierges, de même spécificité; elles ont une durée de vie plus longue et elles réagissent très rapidement lors d'un second contact avec l'antigène.

Dans le cas du virus du SIDA, il s'agit de trouver un vaccin contre un virus qui n'est pas vaincu par les défenses immunitaires naturelles.

Le virus du SIDA mutant constamment, une des difficultés de la mise au point d'un vaccin est d'identifier une protéine invariable et accessible à la surface du virus.

Limites: *L'étude des différents types de vaccins n'est pas au programme.*

Le phénotype immunitaire: interaction entre le génotype et l'environnement

Le phénotype immunitaire, c'est-à-dire l'ensemble des spécificités des lymphocytes B et T à un moment donné de la vie d'un individu (ou "répertoire" des anticorps et des récepteurs des cellules T) résulte d'une interaction complexe entre le génotype et l'environnement. Grâce à des mécanismes génétiques originaux, l'organisme produit des lymphocytes T et B d'une infinie diversité.

Parmi ces cellules, la très grande majorité, notamment celles qui sont potentiellement dangereuses pour l'organisme ("auto-réactives"), sont éliminées. Celles qui subsistent sont sélectionnées par les antigènes des cellules malades ou des pathogènes présents.

Ces cellules sont à l'origine des clones actifs dans la défense immunitaire.

Il en résulte un phénotype qui change sans cesse en s'adaptant à l'environnement (variabilité). La vaccination est un processus artificiel qui fait évoluer ce phénotype immunitaire.

Limites: *Les causes de diversité et de formation des clones de lymphocytes B et T ne sont pas au programme.*

Les mécanismes de la délétion de clones autoréactifs ne sont pas au programme.

I-8. Couplage des événements biologiques et géologiques au cours du temps (1,5 semaine)

L'aspect continu ou discontinu des processus biologiques et géologiques dépend de l'échelle de temps à laquelle on les observe. Ainsi, l'espèce humaine observée à l'échelle de la durée de vie de ses individus est stable, alors que l'étude de la lignée humaine introduit l'existence de discontinuités. De même une série sédimentaire, sans lacune, est un enregistrement continu du temps écoulé entre la base et le sommet du dépôt. Elle est pourtant formée d'un empilement de couches successives séparées par des discontinuités traduisant des changements environnementaux, chaque couche pouvant représenter une durée différente indépendante de son épaisseur.

Activités envisageables

Repérage des crises en analysant des indices sédimentologiques et paléontologiques dans des colonnes stratigraphiques. Exemple de l'extinction des dinosaures, des ammonites et de la majorité des foraminifères planctoniques.

Analyse de documents relatant les conséquences à plus ou moins long terme du comportement humain sur la préservation ou la destruction de l'environnement.

Notions et contenus

À l'échelle des temps géologiques, des modifications brutales et globales liées à des événements planétaires affectent le monde vivant: ce sont les crises. Elles alternent avec des périodes plus longues de relative stabilité.

La limite Crétacé-Tertiaire: un événement géologique et biologique majeur

La limite Crétacé-Tertiaire (il y a 65 millions d'années) est caractérisée par l'extinction massive et rapide d'espèces et de groupes systématiques des milieux continentaux et océaniques. Certains groupes survivent à la crise, ils se diversifient rapidement en occupant toutes les niches écologiques.

L'origine de ces événements pourrait être la conjonction de deux phénomènes géologiques. Le premier est lié à la dynamique de la planète et correspond notamment aux conséquences de la mise en place des trapps du Deccan; le second est associé à la chute d'un astéroïde dont le cratère de Chixulub est la trace.

Les crises biologiques, repères dans l'histoire de la Terre.

Au cours de l'histoire de la Terre, les phénomènes comme la crise Crétacé-Tertiaire ont un caractère exceptionnel. Ils ont une influence majeure sur l'évolution de la biosphère. Durant les 500 derniers millions d'années sont survenues plusieurs crises majeures pour lesquelles des extinctions biologiques massives sont corrélées à :

- des phénomènes géologiques internes (tectonique des plaques, panaches mantelliques et volcanisme associé) ;
- des phénomènes d'origine extraterrestre (chute d'astéroïdes).

Produit récent de l'évolution biologique, l'Homme a les moyens d'avoir une influence sur l'avenir de la planète.

Changements géologiques et modifications de la biosphère sont interdépendants.

II • Enseignement de spécialité.

Thème 1 • Du passé géologique à l'évolution future de la planète

(7 semaines)

Les notions de géologie acquises de la classe de seconde à celle de terminale permettent de comprendre le fonctionnement général de la planète, de ses enveloppes externes à ses domaines les plus internes. L'enseignement de spécialité précise quelques aspects de ce fonctionnement, à différentes échelles spatiales et temporelles. Il est l'occasion de montrer que l'étude des évolutions passées de la planète, fondée sur une démarche raisonnée intégrant des observations géologiques variées et des mécanismes physiques et chimiques simples, procure des éléments de réflexion et des modèles pour appréhender l'évolution future de la planète. La prévision des climats du futur est un enjeu à la fois de recherche scientifique et de société.

Deux problématiques partiellement interdépendantes sont traitées dans l'enseignement de spécialité et sont abordées en faisant appel à plusieurs disciplines des sciences de la Terre. Cette partie du programme démontre comment l'observation, l'interprétation et la modélisation de phénomènes passés sont utilisés pour proposer des scénarios de l'évolution future de la Terre. Les deux problématiques choisies sont:

- les variations du climat;
- les variations du niveau moyen des mers.

Ces deux exemples mettent en avant les relations qui existent entre le fonctionnement des enveloppes externes et internes de la Terre et les interactions de la Terre avec le reste du système solaire.

1- Les climats passés de la planète (5 semaines)

Les changements du climat de la planète s'étudient à différentes échelles de temps. Les variations climatiques sont enregistrées dans les roches sédimentaires et les accumulations de glace aux pôles. La nature chimique des sédiments, leurs contenus fossilifères et leurs conditions de dépôt, ainsi que la composition isotopique des glaces, sont des marqueurs des conditions climatiques. Les bulles de gaz emprisonnées dans les accumulations de glaces des calottes polaires sont des témoins de la composition chimique moyenne de l'atmosphère et de son contenu en gaz à effet de serre. La composition de l'atmosphère plus ancienne, en particulier en dioxyde de carbone (CO₂), s'obtient par des données très indirectes.

Plus on recule dans le temps plus les enregistrements géologiques perdent de leur résolution temporelle. Les variations climatiques sont étudiées à deux échelles de temps:

- le dernier million d'années où la continuité des enregistrements géologiques permet d'observer des variations climatiques avec une haute résolution temporelle de l'ordre de 1000 ans.
- le milliard d'années où les enregistrements géologiques permettent d'identifier les changements climatiques avec une résolution de

quelques millions d'années.

Activités envisageables

Mise en évidence de la globalité et de la périodicité des changements climatiques du quaternaire récent, par l'étude comparée de la composition des bulles de gaz et de la composition isotopique des glaces dans les carottes de glace arctiques et antarctiques. Comparaison avec les enregistrements dans les sédiments océaniques.

Notions et contenus

Les changements du climat des 700 000 dernières années

Les carottes de glace forées dans les calottes polaires et les carottes sédimentaires des fonds océaniques ou lacustres permettent de reconstituer les variations climatiques des 700 000 dernières années.

Les variations locales de la température au-dessus des calottes polaires sont déduites de la composition isotopique de l'oxygène ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) de la glace. Ces variations de température sont corrélées à des variations de concentration en gaz à effet de serre dans l'atmosphère. En dehors des pôles, les variations climatiques locales sont déduites de l'étude de carottes sédimentaires de lacs ou de tourbières.

Les variations globales du volume des calottes glaciaires et des glaciers, représentatives des changements climatiques à l'échelle de la planète, sont déduites de la composition isotopique de l'oxygène ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) des tests carbonatés dans les sédiments océaniques.

Limites: *Les mécanismes de fractionnement isotopique de l'oxygène ne sont pas au programme.*

Activités envisageables

Mise en parallèle des variations climatiques terrestres avec les variations de l'énergie solaire reçue par la Terre au cours du temps.

Mise en évidence de la variabilité climatique du quaternaire récent dans les sédiments continentaux des lacs et tourbières : sédimentologie et analyse des pollens dans des séries sédimentaires actuelles et passées.

Notions et contenus

Les variations climatiques montrent des alternances de périodes glaciaires et interglaciaires.

Un cycle de 100 000 ans rythme les glaciations. Des cycles de réchauffement-refroidissement sont observés entre deux maximum glaciaires avec des périodes de 43 000, 24 000 et 19 000 ans.

Bilan explicatif: ces périodicités s'expliquent par les variations régulières des paramètres orbitaux de la Terre. Ces paramètres déterminent la répartition et les variations au cours du temps de l'énergie solaire reçue aux différentes latitudes (cf. programme de la classe de seconde). Cependant, les seules variations de l'ensoleillement n'expliquent pas l'amplitude observée des variations de températures. D'autres phénomènes interdépendants modulent l'effet astronomique. Parmi ces phénomènes, on étudie à titre d'exemple deux d'entre eux :

- les variations de l'albédo de la planète.

L'albédo est l'un des facteurs qui contrôle la température de surface de la Terre. Il est fonction entre autres du couvert végétal et de l'extension des calottes polaires qui eux-mêmes dépendent de la température.

- les variations de la teneur en CO_2 atmosphérique.

Le CO_2 participe à l'effet de serre de la planète. Sa concentration dans l'atmosphère est en équilibre avec celle de l'océan. Lorsque la température augmente, la solubilité de CO_2 dans l'océan diminue, l'équilibre précédent est déplacé: du CO_2 passe de l'océan dans l'atmosphère ce qui induit une augmentation de l'effet de serre.

Limites: *les interactions entre les différents phénomènes qui modulent l'effet astronomique ne sont pas au programme.*

L'étude des paramètres orbitaux de la Terre n'est pas au programme.

Activités envisageables

Étude de données et documents géologiques attestant des glaciations précambriennes et paléozoïques. Replacer ces traces glaciaires en fonctions de la position des continents au cours du temps.

Étude des processus d'altération des roches: utilisation d'analyses chimiques et minéralogiques de roches saines et altérées, d'analyses chimiques d'eau des rivières et d'eau de mer.

Notions et contenus

Les changements climatiques aux plus grandes échelles de temps

Les variations à courtes échelles de temps vues précédemment se superposent à des variations à beaucoup plus grande échelle de temps.

On retrouve ainsi dans les roches:

- des traces de périodes glaciaires ;

- des traces de périodes chaudes;

- des traces de changements brusques du climat.

Limites: *L'étude des mécanismes à l'origine des traces de changements climatiques n'est pas au programme.*

Les mécanismes des variations climatiques aux grandes échelles de temps impliquent des variations importantes dans la teneur en gaz à effet de serre de l'atmosphère (maximum du CO_2 au Crétacé, minimum au Carbonifère par exemple). Ces variations sont contrôlées en particulier par les processus suivants qui libèrent ou consomment du CO_2 :

- l'altération des silicates calciques et magnésiens de reliefs orogéniques consomme du CO_2 ;

- la précipitation des carbonates libère du CO_2 et la dissolution des carbonates consomme du CO_2 ;

- le piégeage de la matière organique dans les roches stocke du CO_2 ; -- 1e dégazage du manteau par 1e volcanisme libère du CO_2 dans l'océan et dans l'atmosphère.

Limites: *L'étude des processus de maturation et de conservation des roches carbonées ainsi que l'étude du dégazage du manteau ne sont pas au programme.*

Bilan: Envisager les climats du futur.

L'identification des paramètres qui contrôlent le climat de la Terre est essentielle pour construire des modèles climatiques. Les scénarios d'évolution de la température moyenne de la Terre qui, outre la variabilité naturelle du climat, prennent en compte l'impact de l'activité

humaine, prévoient un réchauffement de l'ordre de 2 à 5°C au cours du XXI^e siècle.

Ce réchauffement à l'échelle du siècle se superpose à un refroidissement constant de plus grande ampleur commencé il y a 20 millions d'années.

2 - Les variations du niveau de la mer (2 semaines)

Les variations du niveau de la mer sont d'amplitude variable au cours de l'histoire de la Terre. Elles trouvent leur origine dans les changements climatiques mais aussi dans les phénomènes tectoniques et dans l'activité plus ou moins intense du manteau terrestre.

Activités envisageables

Mise en évidence des variations du niveau de la mer à deux échelles de temps:

- les variations liées aux glaciations du quaternaire par l'analyse de récifs fossiles, de traces de lignes de rivage ou d'activité humaine (ex: grotte Cosquer).
- les variations liées aux phénomènes de transgression et de régression du Crétacé supérieur par l'analyse de documents (cartes, vidéos, photographies, échantillons).

Notions et contenus

Mise en évidence des variations du niveau de la mer au cours des temps géologiques.

Les variations du niveau de la mer modifient la surface des terres émergées.

Les roches sédimentaires par leur nature et leur extension enregistrent les variations relatives du niveau de la mer. Ces variations se manifestent notamment par des transgressions et des régressions sur les continents.

Activités envisageables

Études à partir de divers documents (cartes, photographies, échantillons) des phénomènes de transgression et de régression. Mise en évidence sur la carte géologique du monde et de la France de l'importance mondiale de la transgression du Crétacé supérieur.

Mise en évidence des paramètres de variation du niveau de la mer:

- variations de volume de l'eau de mer en fonction de la température;
- variations de la quantité de glace présente sur les terres émergées;
- variations de la profondeur moyenne du fond des océans.

Réalisation d'un bilan quantitatif.

Notions et contenus

Les causes des variations mondiales du niveau de la mer

Les variations relatives du niveau de la mer à l'échelle mondiale sont contrôlées par le volume d'eau dans les bassins océaniques. On considère que pendant les 200 derniers millions d'années le volume d'eau sous forme de glace, de liquide et de vapeur est constant.

Les principales causes des variations du niveau de la mer sont:

- la dilatation thermique de l'eau (de 10 à 20 cm par siècle) ;
- la formation et la destruction des calottes polaires (de l'ordre de la centaine de mètres en 10 000 à 100 000 ans);
- le volume des bassins océaniques (dont la variation peut aller jusqu'à plusieurs centaines de mètres en une dizaine de millions d'années).

Thème 2 • Des débuts de la génétique aux enjeux actuels des biotechnologies

(10 semaines)

Activités envisageables

Réalisation d'une dissection florale en relation avec la technique expérimentale de Mendel.

Observation d'un fruit et d'une graine.

Analyse d'expériences relatives au monohybridisme et au dihybridisme dans la perspective des travaux de Mendel.

Notions et contenus

Les débuts de la génétique: les travaux de Mendel (1870)

Les travaux de Mendel reposent sur une analyse quantitative d'expériences d'hybridation chez les plantes.

Novateurs dans leur méthodologie, ces travaux visaient à obtenir des hybrides stables.

Dans un contexte scientifique où les gènes n'étaient pas connus, ils ont apporté une rupture conceptuelle:

- réfutation de la notion d'hérédité par mélange,
- introduction du concept d'hérédité particulaire avec ségrégation indépendante des facteurs héréditaires.

La compréhension des travaux de Mendel repose sur la connaissance des principes de la reproduction sexuée des végétaux.

Limites: Les notions de gamétophytes mâle et femelle et de double fécondation ne sont pas au programme.

Activités envisageables

Constat du parallélisme entre le comportement des chromosomes et celui des facteurs héréditaires.

Étude de résultats de croisements chez la drosophile dans le cas de l'hérédité liée au sexe et interprétation des résultats dans le cadre de la théorie chromosomique.

Réflexions sur la valeur heuristique d'une théorie scientifique.

Localisation de trois gènes sur un chromosome à partir de données expérimentales.

Notions et contenus

La théorie chromosomique de l'hérédité

La redécouverte des lois de Mendel et les découvertes dans le domaine de la cytologie à la fin du XIX^e siècle conduisent à l'émission de la théorie chromosomique de l'hérédité (1903) par deux cytologistes et à l'invention du mot gène.

Les travaux de l'équipe de Morgan sur la drosophile entre 1910 et 1920 corroborent la théorie chromosomique à partir de données expérimentales. Cette théorie, qui contient les notions d'hérédité liée au sexe, de liaison génique et de recombinaison, permet d'expliquer certains cas particuliers qui échappent aux lois de Mendel.

Cette théorie a permis d'établir en 1920 les premières cartes génétiques et la notion de gène (unité de fonction, de recombinaison, de mutation).

L'avènement de la biologie moléculaire: une nouvelle rupture

La nature chimique du gène (ADN - double hélice), la relation gène - protéine, les modalités de l'expression génétique, notions déjà étudiées dans les programmes de seconde et de première, doivent être replacées dans une perspective historique. Elles ne sont pas au programme en tant que telles.

La révolution technologique du début des années 70

L'utilisation des enzymes de restriction ouvre la voie du clonage des gènes et de leur séquençage. En contribuant à une évolution importante du concept de gène et de la perception du polymorphisme, elle fait entrer la génétique dans l'ère des biotechnologies.

Activités envisageables

Digestion de l'ADN par des enzymes de restriction et électrophorèse.

Étude d'exemples d'organismes génétiquement modifiés pour la résistance aux insectes et la production de molécules pharmacologiques.

Dans un texte ou une étude expérimentale, repérer les problèmes soulevés par les OGM et argumenter scientifiquement.

Observation de caryotypes anormaux.

Évaluation du risque génétique dans le cas de la trisomie 21 à partir de données statistiques (âge de la mère, mesure de facteurs sériques).

Étude de documents sur la thérapie génique somatique.

Notions et contenus

Les enjeux actuels des biotechnologies

La transgénèse et la construction d'organismes génétiquement modifiés (OGM).

La capacité d'introduire dans un organisme un gène (modifié ou étranger) conduit à la production d'un organisme transgénique acquérant des propriétés nouvelles.

Les biotechnologies et la génétique humaine :

- Dépistage et diagnostic génétique

Les acquis de la génétique peuvent être mis en œuvre à différents niveaux pour identifier une pathologie d'origine génétique, en évaluer les risques, en prévenir les effets :

- dépistage et diagnostic d'une maladie génique (arbres généalogiques);

- dépistage et signes diagnostiques de la trisomie 21.

- Un enjeu pour l'avenir: la thérapie génique somatique.

On peut pallier la déficience d'un gène par une thérapie génique somatique.

Thème 3 • Diversité et complémentarité des métabolismes

(10 semaines)

Autotrophie et hétérotrophie ont été identifiées en classe de seconde comme deux types majeurs de métabolismes chez les êtres vivants. Cette partie du programme de spécialité de la classe de terminale S donne l'occasion d'étudier le métabolisme à l'échelle de l'organisme et de la cellule. Elle conduit à une meilleure compréhension des phénomènes à l'origine de la synthèse des constituants moléculaires des cellules. La phase photochimique de la photosynthèse et la respiration mitochondriale sont des processus contribuant au renouvellement de molécules comme l'ATP utilisées lors des synthèses et activités cellulaires (transports, mouvements). L'étude de ces fonctions donne aussi l'occasion de compléter la construction du bilan structural et fonctionnel de la cellule en tenant compte des acquis des années précédentes, et d'aborder l'origine d'organites tels que mitochondries et chloroplastes.

Activités envisageables

Observation ou documentation sur la structure d'un exemple d'écosystème, les différents êtres vivants qui constituent sa biocénose et les relations trophiques qui existent entre eux.

Étude d'une coupe de feuille. Localisation du parenchyme chlorophyllien et des stomates.

Étude en microscopie optique de chloroplastes.

Étude d'électronographies de chloroplastes.

Mise en évidence d'une production de matière organique et d'O₂ à la lumière en présence de CO₂ par des végétaux chlorophylliens.

Séparation de pigments photosynthétiques par chromatographie.

Étude des spectres d'absorption de pigments chlorophylliens.

Comparaison du spectre d'action et du spectre d'absorption pour un végétal.

Étude par ExAO des conditions du dégagement d'oxygène avec des cellules ou des chloroplastes isolés.

Réaction de Hill.

Notions et contenus

Du carbone minéral aux composants du vivant: la photo-autotrophie pour le carbone

Dans les écosystèmes des relations trophiques s'établissent entre les producteurs primaires autotrophes et les divers producteurs secondaires hétérotrophes.

Les producteurs primaires de la planète utilisent le carbone du CO₂ atmosphérique pour constituer les chaînes carbonées, bases des composants du vivant.

Le carbone se trouve à l'état oxydé dans l'atmosphère et à l'état réduit dans la matière constitutive des organismes vivants.

Chez les végétaux supérieurs, le CO₂ de l'air pénètre dans les feuilles par les stomates et atteint les chloroplastes des cellules chlorophylliennes, lieu de la réduction photo synthétique du CO₂.

Le bilan des transformations (= ensemble de réactions biochimiques catalysées par des enzymes) peut s'écrire :



La photosynthèse est la succession de deux phases:

- dans les thylakoïdes, une phase photochimique dans laquelle grâce à la collecte des photons par les pigments, un ensemble d'oxydo-réductions permet l'oxydation de l'eau, la production d'O₂, de composés intermédiaires RH₂ et ATP (adénosine triphosphate qui se construit à partir d'ADP et de phosphate inorganique) ;

- dans le stroma, une phase non photochimique permet l'incorporation et la réduction du CO₂ pour la synthèse de glucides. Elle nécessite un accepteur de CO₂, de l'ATP et des composés réduits RH₂.

Limites: La notion de facteur limitant n'est pas au programme.

Le fonctionnement des centres photosynthétiques, des chaînes d'oxydo-réduction et de l'ATP-synthèse n'est pas au programme.

Activités envisageables

Mise en évidence d'amidon dans les chloroplastes.

Mise en évidence de réserves dans des graines, des fruits, des organes souterrains.

Notions et contenus

Les composés glucidiques formés par la réduction du CO₂ sont exportés hors du chloroplaste vers le cytoplasme des cellules chlorophylliennes; ils peuvent être temporairement stockés dans le chloroplaste sous forme d'amidon.

Dans la cellule chlorophyllienne, les produits initiaux de la photosynthèse permettent essentiellement la synthèse de saccharose mais aussi de tous les autres constituants chimiques des êtres vivants (glucides, lipides, protéines, acides nucléiques...) grâce à un apport d'ions minéraux transportés par la sève brute.

Limites: L'étude des mécanismes et des supports de transport des sèves n'est pas au programme.

L'étude de l'absorption racinaire n'est pas au programme.

L'étude des synthèses des différents constituants des êtres vivants n'est pas au programme.

Le saccharose des cellules foliaires, en partie utilisé surplace, est majoritairement exporté hors des feuilles vers d'autres lieux d'utilisation tels que les cellules des zones en croissance et celles des zones de stockage de réserve (graines et organes de réserve, parties pérennes de la plantes, paroi cellulosique et bois).

Les zones non chlorophylliennes d'une plante se comportent comme des parties hétérotrophes d'un être autotrophe.

Activités envisageables

Observation de mouvements de cyclose.

Observation de contraction de fibres musculaires.

Étude d'électronographies de fibres musculaires.

Étude expérimentale de la respiration de suspensions cellulaires.

Étude expérimentale de la respiration des mitochondries.

Étude d'électronographies de mitochondries.

Étude expérimentale de la fermentation alcoolique.

À partir de documents. construction de schémas fonctionnels mettant en place les relations fonctions-structures au sein d'une cellule (utilisation des connaissances antérieures).

Notions et contenus

L'ATP, molécule indispensable à la vie cellulaire

À l'exception du chloroplaste qui effectue des synthèses à partir du carbone minéral, les activités des cellules animales et végétales se traduisent par des synthèses à partir de molécules organiques préexistantes (ex: le glycogène), par des mouvements (fonctionnement d'un complexe actine-myosine). Toutes ces activités consomment des intermédiaires métaboliques, en particulier de l'ATP. L'ATP n'est pas stocké, mais régénéré aussi vite qu'il est détruit.

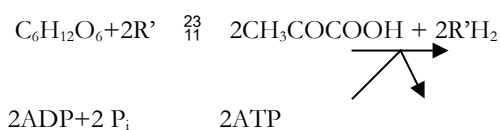
Dégradation des composés organiques et régénération des intermédiaires métaboliques Toute cellule vivante, isolée ou non, animale ou végétale (autotrophe et non autotrophe), régénère son ATP en oxydant des molécules organiques par processus respiratoire ou fermentaire.

Dans le cas d'une molécule de glucose la respiration cellulaire peut être traduite par le bilan des transformations :

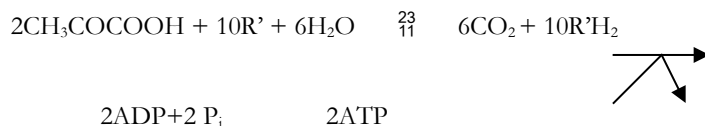


La respiration comporte plusieurs réactions chimiques catalysées par des enzymes. Au cours de ces réactions, la matière carbonée est minéralisée sous forme de CO₂.

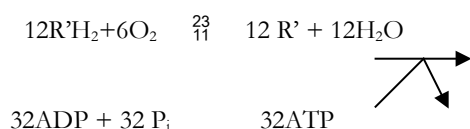
- La première étape est l'oxydation du glucose en pyruvate ; elle s'accompagne de la production de composés réduits R'H₂ (proches des composés RH₂) fabriqués au cours de la photosynthèse). Elle se déroule dans le hyaloplasme. L'énergie libérée permet par couplage la synthèse de deux molécules d'ATP par molécule de glucose oxydé.



- La deuxième étape se déroule dans la matrice des mitochondries. C'est une série de décarboxylations oxydatives, à partir du pyruvate, qui s'accompagne de la production de composés réduits et de synthèse d'ATP.



- La dernière étape se déroule dans les crêtes de la membrane interne des mitochondries. C'est l'oxydation par le dioxygène, des composés réduits produits dans les étapes précédentes. Elle est couplée il à la production d'une importante quantité d'ATP.



Par contraste avec l'oxydation complète du substrat liée aux mitochondries, une oxydation incomplète est possible par fermentation. Elle produit un déchet organique, reste du substrat réduit non totalement oxydé lors du processus dégradatif. Cette fermentation permet un renouvellement peu efficace mais réel des intermédiaires métaboliques, ce qui autorise dans le cas de la fermentation alcoolique, une vie sans oxygène.

Limites : *Les fermentations autres que la fermentation alcoolique ne sont pas au programme.*

Bilan structural et fonctionnel d'une cellule vivante

Toute cellule vivante est constamment soumise à un bilan d'entrée et de rejet de matière, qu'accompagnent des conversions énergétiques. La cellule eucaryote est formée de compartiments dans lesquels se déroulent des réactions métaboliques particulières, catalysées par des enzymes spécifiques. La mitochondrie et le chloroplaste proviennent probablement de bactéries qu'une cellule hôte ancestrale aurait adoptées comme endosymbiotes.

Le noyau, par l'information génétique qu'il contient, dirige la synthèse des protéines, et donc des enzymes nécessaires au métabolisme de la cellule.

N.B. : La classe hors du lycée

Un déplacement de la classe hors du lycée (travail sur le terrain, dans un laboratoire, dans un musée...) pourra être éventuellement organisé. Il aura pour objectif de mettre en application les méthodes initiées en classe de première mais également de :

- servir de support à un questionnement à partir duquel sera traité un aspect du programme;
- valider un modèle proposé et présenté en classe, et servir d'exercice d'évaluation;
- fournir l'occasion d'une ouverture de la discipline.