

Annexe III

SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE - PREMIÈRE ET SECONDE ANNÉES

ENSEIGNEMENT D'HOMOGÉNÉISATION, SPÉCIFIQUE DES ÉLÈVES ISSUS DES LYCÉES TECHNIQUES

Comme les classes préparatoires BCPST, les classes TB doivent fournir aux écoles des étudiants présentant une formation équilibrée dans les différents domaines scientifiques, et leur fournir une certaine capacité de conceptualisation et d'abstraction. Elles accueillent des élèves issus de deux horizons :

- Certains sont issus des lycées techniques du ministère de l'éducation nationale, où ils ont reçu une formation spécialement marquée dans le domaine technologique, principalement centrée, au-delà de l'approche purement technique, par des échelles d'étude cellulaire et moléculaire.
- D'autres sont issus de l'enseignement agricole et ont reçu une formation centrée au contraire sur les échelles de l'organisme et des systèmes d'ordres supérieurs.

Pour tirer parti de cette diversité de parcours, mais pour favoriser en même temps la constitution d'un profil général commun, un enseignement d'homogénéisation existe, qui, pour le programme de sciences de la vie et de la Terre, est proposé aux élèves issus de lycées techniques. Il a pour objet de constituer une première approche de l'organisme, de la population, de l'écosystème, de la biosphère.

Dans la suite, le programme de sciences de la vie et de la Terre part de ces échelles pour aller vers l'explication cellulaire ou moléculaire, dans une démarche inverse et complémentaire de ce qui est pratiqué en technologie.

Une séance de travail sur le terrain constitue le préambule obligatoire de cet enseignement. Elle a pour but de faire approcher simplement la complexité du vivant et de son environnement dans son cadre naturel réel et justifie les études de laboratoires qui la prolongent. On cherchera donc à apprécier et décrire l'organisation et le fonctionnement d'un écosystème naturel. L'exemple choisi pourra être au choix, celui d'une forêt ou d'une prairie naturelle.

Dans toute la mesure du possible, le travail de terrain lui-même devra associer l'ensemble des élèves de la classe. Cela permettra à chacun de reconnaître et apprécier les compétences de ceux qui ont suivi un autre cursus scolaire que le sien, et de favoriser la cohésion d'un groupe a priori hétérogène.

1 - Étude du peuplement végétal et animal d'un milieu-le travail sur le terrain et son exploitation direct

<p>1.1 Identification des espèces végétales et animales Première approche de la diversité des espèces vivantes peuplant le milieu étudié : notion de biodiversité. Diversité des cycles de vie.</p>	<p>Initiation à l'existence d'une classification des êtres vivants ainsi qu'à l'usage de critères de reconnaissance et de détermination (sans chercher à donner des connaissances approfondies de systématique). Premier usage de la flore. Observations relatives au cycle de vie de quelques espèces.</p>
<p>1.2 Étude de la biocénose 1.2.1 Organisation des biocénoses Exemples de relations interspécifiques. Notion de niche écologique.</p>	<p>On repère quelques exemples de relations interspécifiques (trophique, de compétition...). On prend conscience de la place occupée par quelques espèces dans cet ensemble. Induire la notion de niche écologique</p>
<p>1.2.2 Relations entre le biotope et la biocénose Cadre physico-chimique et pédologique propre au milieu étudié. L'existence d'influences réciproques entre la biocénose et son milieu physico-chimique.</p>	<p>Sans qu'il soit question de chercher à être exhaustif, la conduite d'observations permet, par exemple de mesurer quelques paramètres physico-chimiques du milieu, de constater la nature du sous-sol en relation avec la végétation, d'observer l'organisation générale du sol (mais ce n'est nullement l'occasion d'un cours de pédologie), de constater des effets des êtres vivants sur leur milieu. Ces constats sont mis en rapport avec les particularités écologiques des espèces choisies pour l'observation.</p>
<p>1.2.3 Étude d'un exemple d'action anthropique Première idée de l'action de l'Homme sur la biocénose et le biotope : exploitation, perturbation, modification.</p>	<p>Il ne s'agit pas de dresser un catalogue des influences possibles, mais seulement, sur l'exemple visité, de mettre en évidence l'existence et une certaine diversité de ces influences. On pourra par exemple rencontrer le signe d'une pollution, d'une exploitation agricole, d'une destruction accidentelle. On pourra aussi repérer les signes d'une éventuelle protection ou discuter des actions possibles pour remédier aux désordres observés.</p>

2 - De l'individu à la population, situer les êtres vivants dans leur milieu

<p>2.1 Organisation structurale et fonctionnelle des appareils végétatifs et reproducteurs des Angiospermes en lien avec leur milieu de vie Étude comparée d'une plante herbacée et d'une plante ligneuse. Organisation morpho-anatomique de l'appareil végétatif. Localisation et nature des réserves. Relation entre l'organisation de la plante et son immobilité et son milieu de vie. Quelques formes de passage de la mauvaise saison. La notion de vie ralentie chez les Angiospermes.</p>	<p>Il ne s'agit pas de prétendre à une exhaustivité encyclopédique et naturaliste, mais de saisir l'occasion de l'étude au laboratoire de quelques espèces rencontrées sur le terrain pour apprendre les grandes lignes de l'organisation anatomique des Angiospermes (racine, tige, feuille) en mettant en relation les structures observées (caractéristiques générales ou particulières à l'espèce) avec le mode de vie général des végétaux (l'immobilité) ou les particularités écologiques d'une espèce donnée.</p>
--	---

<p>2.2 Quelques aspects des relations entre l'organisation, le comportement et la physiologie des animaux et leur milieu et mode de vie L'existence de particularités morphologiques en rapport avec la biologie et de la diversité de ces particularités. Le cas d'un Insecte (relation entre l'organisation des pièces buccales et le régime trophique). L'existence d'une diversité des cycles biologiques en rapport avec les variations saisonnières du milieu (exemples d'un Insecte et d'un Vertébré). La diversité des stratégies de reproduction en relation avec le mode d'occupation du milieu. La notion de vie ralentie chez les animaux.</p>	<p>Comme pour les Angiospermes, l'étude de quelques exemples d'espèces rencontrées est l'occasion de présenter les notions générales, d'indiquer l'existence d'une diversité de leur déclinaison dans la nature, sans chercher à donner une présentation extensive de cette diversité. Une étude rapide de quelques animaux à l'aide d'une clé simple de détermination permet d'aborder simplement la systématique et la diversité du règne animal. La construction, sur deux exemples, d'une représentation schématique d'un cycle biologique, permet de mettre en place les notions générales de reproduction, croissance, développement. La réflexion sur le mode de passage de la mauvaise saison permet de présenter sans insister la vie ralentie, les migrations.</p>
---	--

3 - Organisation et fonctionnement d'un écosystème naturel

Dans une démarche de généralisation s'appuyant sur l'exemple étudié sur le terrain, toujours en évitant l'étude exhaustive de la diversité, cette partie a pour but de présenter les notions de base concernant les écosystèmes.

<p>3.1 Éléments de description d'un écosystème Notions de biomasse (pyramide de biomasse), de productivité, de producteur et production primaire, de consommateur et consommation, de production secondaire, de chaîne et de réseau trophiques.</p>	<p>Les principales notions permettant de décrire et comprendre l'organisation d'un écosystème sont présentées. Le travail s'appuie sur des études de cas et sur leur représentation schématique.</p>
--	--

<p>3.2 Flux de matière et d'énergie dans un écosystème : approche quantitative Circulation de la matière et de l'énergie dans un écosystème (pyramide de productivité). Quantification des flux ; comparaison avec les stocks. Notion de rendement.</p>	<p>Il s'agit de montrer comment quelques calculs simples, et quelques représentations schématiques standardisées permettent d'avoir une approche globale et quantitative du fonctionnement d'un écosystème.</p>
--	---

<p>3.3 Dynamique d'un écosystème Notions d'équilibre d'un écosystème, d'anthropisation, d'écosystème ouvert ou fermé. L'approche de la dynamique à différentes échelles de temps : quotidienne, annuelle, pluriannuelle. Approche de l'idée de développement durable.</p>	<p>Dans un horaire restreint, l'objectif n'est ici que de sensibiliser les étudiants à l'existence d'une dynamique et à sa sensibilité à la présence humaine, ainsi qu'à la perspective d'un contrôle raisonné de l'influence humaine.</p>
--	--

PROGRAMME DE COURS DE SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE - PREMIÈRE ANNÉE

L'enseignement des Sciences de la Vie et de la Terre a pour objectifs de permettre aux étudiants non seulement d'acquérir des connaissances fondamentales dans les principaux domaines des sciences de la vie et des sciences de la Terre, mais aussi de mettre en valeur et de cultiver des qualités essentielles aux scientifiques et recherchées par les écoles : sens du concret et de l'observation, esprit expérimental, logique et argumentation du raisonnement, applications des acquis d'autres disciplines (chimie, physique, mathématiques, technologie notamment). Le programme vise à faire prendre conscience aux étudiants de l'existence de divers niveaux d'organisation et de fonctionnement intégrés au sein de différentes structures biologiques. Il permet d'appréhender la diversité du monde vivant et fait apparaître la généralité des lois physiques et chimiques qui impliquent la similitude des phénomènes biologiques fondamentaux. Il présente les relations entre les phénomènes strictement biologiques et la dynamique de la planète.

1 - La diversité des organismes

1.1 Les organismes en relation avec leur milieu et leur mode de vie (17 heures)

<p>1.1.1 Réalisation des échanges gazeux entre les organismes animaux et leur milieu (6 h) Nature des échanges (O₂, CO₂), diversité des échangeurs (branchie aquatique, poumon aérien, trachée, tégument), modalités de la ventilation.</p>	<p>Cette partie permet d'étudier l'adaptation structurale et fonctionnelle de la respiration des organismes adultes, en relation avec les paramètres physico-chimiques du milieu, aquatique ou aérien. Les échangeurs étudiés sont : - les branchies (Arénicole, Moule, un poisson téléostéen) ; - les poumons (Grenouille, Mammifère) ; - les trachées (un insecte terrestre). On indique l'existence d'une respiration tégumentaire. On signale les rôles du dioxyde de carbone ou du dioxygène dans le contrôle de la ventilation, en relation avec le milieu. Les mécanismes du contrôle respiratoire et les structures impliquées ne sont pas au programme.</p>
--	--

<p>1.1.2 Les originalités de la vie végétale fixée</p>	
---	--

<p>1.1.2.1 Échanges hydrominéreaux entre l'organisme végétal et son milieu ; corrélations trophiques dans l'organisme végétal (6 h) Absorption racinaire, fonctionnement stomatique, circulation des sèves (cas des Angiospermes).</p>	<p>L'approche qualitative et quantitative des besoins nutritifs n'est pas au programme. Il s'agit d'étudier le flux hydrique, de l'entrée au niveau des racines jusqu'à la transpiration foliaire. Le contrôle du fonctionnement stomatique est abordé. C'est l'occasion de présenter les modalités d'absorption et de circulation des ions. On ne traite pas des nodosités. On s'intéresse aux transferts des molécules carbonées et azotées dans le végétal, en se limitant aux seules mentions des lieux de synthèse, de transformation et d'accumulation, sans que soient détaillés les mécanismes à l'échelle cellulaire.</p>
---	--

<p>1.1.2.2 Adaptation du développement des Angiospermes au rythme saisonnier (5 h) Exemple du passage de la saison froide, en région tempérée, chez les Angiospermes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les réserves : nature, mise en place, mobilisation ; - la vie ralentie ; nature, installation, retour à la vie active ; - les formes de passage de la saison froide. 	La vernalisation n'est pas au programme. L'étude de la reprise de la vie active est l'occasion d'aborder les phénomènes physiologiques de la germination. Si la vie ralentie est présentée de façon générale pour l'ensemble des organes végétaux concernés, son étude physiologique se limite au cas de la graine.
--	---

1.2 Construction des organismes, mise en place d'un plan d'organisation (32 h)

<p>1.2.1 Mise en place du plan d'organisation chez les Vertébrés (17 h)</p>	Il s'agit de présenter les grandes étapes qui marquent le développement d'un organisme animal. On insiste sur les principales acquisitions morphologiques, anatomiques et histologiques qui caractérisent les développements embryonnaires et post-embryonnaires. Les mécanismes cellulaires, moléculaires, de certaines de ces étapes sont étudiés. Les mécanismes génétiques seront abordés en deuxième année et serviront d'exemple pour traiter de la régulation de l'expression du patrimoine génétique.
---	---

<p>1.2.1.1 Acquisition du plan d'organisation de la grenouille : de la cellule œuf à l'organisme adulte</p>	L'étude des différentes étapes du développement embryonnaire est l'occasion de présenter l'acquisition du caractère pluricellulaire, les manifestations de la symétrisation et des polarités, la mise en place des feuilletts aboutissant au plan d'organisation commun aux Vertébrés (stade bourgeon caudal). L'étude de la métamorphose conduit à identifier les principales transformations histologiques et anatomiques conduisant au plan d'organisation de l'adulte. Les caractéristiques de la métamorphose, perçue comme une transition écologique, ne s'inscrivent pas dans les objectifs de cette étude.
---	--

<p>1.2.1.2 Éléments de généralisation : quelques modalités du développement des animaux Induction et structuration du mésoblaste, régionalisation des somites, différenciation de la cellule musculaire squelettique, croissance d'un os long de Mammifère, mécanismes d'histolyse, histogénèse et remaniement au cours de la métamorphose.</p>	L'étude de ces mécanismes est fondée autant que possible sur l'exploitation de données expérimentales. Les exemples retenus peuvent être choisis chez différents Vertébrés (Amphibiens, Oiseaux, Mammifères). La régionalisation des somites est l'occasion de présenter l'intervention des gènes homéotiques. Le mécanisme de leur fonctionnement sera reporté en deuxième année avec l'étude de la régulation du fonctionnement des gènes.
--	--

<p>1.2.2 Le développement post-embryonnaire des Angiospermes : de la jeune plante à la plante différenciée (15 h)</p>	En se limitant aux Angiospermes, on s'intéresse à la croissance et à la différenciation de la jeune plante issue de la germination. L'étude de la mise en place des structures végétatives de la tige feuillée et de la racine est conduite en relation avec les travaux pratiques correspondants. Il s'agit de présenter les mécanismes qui accompagnent croissance et développement chez les Angiospermes : mèresse, auxèse, différenciation.
---	---

<p>1.2.2.1 Organisation et fonctionnement des apex racinaire et caulinaire. Les méristèmes primaires et leur fonctionnement.</p>	Les caractères cytologiques des cellules méristématiques sont présentés mais le contrôle hormonal du fonctionnement des méristèmes est exclu. On présente l'intervention de gènes de développement (cas d' <i>Arabidopsis thaliana</i>) mais l'étude de leur fonctionnement est reportée en seconde année. On signale la mise en place de méristèmes latéraux, mais les types de ramification et leurs conséquences sur le port du végétal sont hors programme. Le phénomène de dominance apicale n'est que mentionné.
---	---

<p>1.2.2.2 Grandissement cellulaire et histogénèse L'auxèse et la différenciation cellulaire. Le phototropisme et le gravitropisme.</p>	Il s'agit ici de préciser les processus cytologiques et physiologiques du grandissement cellulaire et de la différenciation en se limitant à l'exemple de l'auxine. L'approche historique de la mise en évidence expérimentale de l'auxine et du phototropisme n'est pas au programme. L'influence des conditions du milieu se limite à l'étude du phototropisme caulinaire et du gravitropisme racinaire. En relation avec les travaux pratiques, on rappelle l'existence de cellules différenciées regroupées en tissus. Le processus de différenciation lui-même est limité à l'exemple d'un vaisseau de xylème.
--	---

<p>1.2.2.3 Méristèmes secondaires et croissance en épaisseur ou en diamètre La mise en place des méristèmes secondaires et leur production.</p>	La mise en place et le fonctionnement du cambium et du phellogène sont présentés. Cette étude de la croissance en épaisseur et en diamètre complète ainsi celle de la croissance en longueur, abordée dans les deux points précédents. On se limite au cas d'une Angiosperme dicotylédone ligneuse.
--	---

1.3 Approche phylogénétique de la diversité du vivant (4 h)

<p>1.3.1 Parenté et diversité des organismes. Les similitudes anatomiques et morphologiques entre les Vertébrés : axes de polarité (antéro-postérieur, dorso-ventral, droite-gauche), disposition des principaux organes par rapport à ces axes. La représentation schématique d'un plan d'organisation de Vertébré. La diversité des êtres vivants.</p>	<p>Cette étude s'appuie sur les séances de travaux pratiques qui permettent de se familiariser avec la diversité du monde vivant. Elle complète, par une étude à l'échelle morpho-anatomique, l'approche de l'unicité du vivant conduite par ailleurs dans la partie du cours de sciences de la vie et de la Terre consacrée à la cellule et dans le cours de biotechnologie qui permet de prendre conscience de l'uniformité des phénomènes moléculaires. L'étude d'un plan d'organisation commun à des espèces différentes se limite à la présentation du plan d'organisation des Vertébrés. Le lien est fait avec la partie concernant le développement, dont le résultat est la mise en place du plan d'organisation. L'approche de la diversité du monde vivant se résume à quelques phrases attirant l'attention sur l'approche qui en est faite en travaux pratiques.</p>
<p>1.3.2 La recherche de parenté chez les vertébrés-L'établissement de phylogénies L'interprétation en terme de relation phylogénétique de l'unité et de la diversité du monde vivant. Les notions de caractères homologues, d'état ancestral et d'état dérivé. La représentation des relations entre espèces sous la forme d'un arbre phylogénétique.</p>	<p>En se limitant au cas de Vertébrés, on aborde la construction et l'interprétation d'un arbre phylogénétique à partir de l'étude de caractères. Cette construction se limite à des cas très simples, faisant intervenir un nombre limité d'espèces et de caractères. On apprend à interpréter les états ancestraux et dérivés des caractères, à localiser le plus récent ancêtre commun hypothétique de deux espèces. On explique les parentés phylogénétiques par l'évolution, mais les mécanismes de cette évolution ne sont pas au programme.</p>

2 - L'unicité des organismes à l'échelle cellulaire (26 h)

<p>2.1 La cellule eucaryote, unité structurale et fonctionnelle (4 h) Approche comparative de trois exemples : la cellule acineuse pancréatique, la cellule du parenchyme palissadique, la cellule musculaire striée squelettique.</p>	<p>L'objet de cet item est une présentation générale de la structure et du fonctionnement des cellules eucaryotes, en relation avec les acquis des travaux pratiques. Ces cellules sont choisies dans un organisme pluricellulaire, ce qui conduit à envisager leur intégration au sein d'un ensemble de cellules. Le noyau, les mitochondries, les chloroplastes et le cytosquelette sont présentés, leur étude étant reprise en relation avec d'autres points du programme. L'étude de la cellule acineuse permet de présenter les organites à simple membrane et de mettre en évidence l'existence de flux vésiculaires dont les mécanismes moléculaires sont hors programme. La cellule musculaire striée est abordée en référence avec les autres points du programme où il en est fait mention.</p>
<p>2.2 Membranes et fonctionnement cellulaire (11 h)</p>	
<p>2.2.1 Organisation moléculaire des membranes et des matrices extracellulaires en relation avec leurs rôles.</p>	<p>Cet item est l'occasion d'exposer les différents rôles des membranes (membrane plasmique et membranes intracellulaires) et de présenter les jonctions cellulaires et l'adhérence cellulaire (adhérence intercellulaire jonctionnelle ou non). L'étude porte sur les matrices extracellulaires animale et végétale, dont sont indiquées les modalités de mise en place.</p>
<p>2.2.2 Échanges transmembranaires Modalités de transfert et structures moléculaires associées ; ddp électrique transmembranaire. Endocytose et exocytose.</p>	<p>Les modalités de transfert de différents types de substances (eau, ions, glucose) sont envisagées : diffusion au travers des membranes, transports actifs primaires et secondaires. Les variations de potentiel électrique transmembranaire, la réception de signaux chimiques, en relation avec les fonctions de communication sont abordées dans la partie suivante (2.3) du programme.</p>
<p>2.3 Des communications intercellulaires chez l'animal (11 h)</p>	
<p>2.3.1 La jonction neuromusculaire (3 h) La libération du médiateur nerveux par la cellule nerveuse. La réception et la transduction du message.</p>	<p>Cet exemple sert à montrer sur les fonctions multiples de la membrane de la cellule musculaire dans la réception du message d'origine nerveuse et sa transformation en un ordre de contraction. La contraction elle-même est abordée dans une autre partie du programme.</p>
<p>2.3.2 Messagers et messages dans les corrélations nerveuses et hormonales (2 h)</p>	<p>Les messagers impliqués sont, dans la mesure du possible, ceux évoqués dans la fonction circulatoire. Les notions d'autocrinie, paracrinie, endocrinie sont présentées. Les voies de biosynthèse des messagers, les caractères cytologiques des cellules sécrétrices ne sont pas au programme. Un mécanisme biochimique de la dégradation des messagers (acétylcholine-estérase) et ses conséquences fonctionnelles sont présentés.</p>

<p>2.3.3 Mode d'action cellulaire des neurotransmetteurs et des hormones (3 h)</p>	<p>Le mode d'action cellulaire des neurotransmetteurs est établi à partir des exemples de la noradrénaline (récepteurs α et β) et de l'acétylcholine (récepteurs nicotinique et muscariniques) en relation avec le point 2.3.1. Pour les hormones, on présente un exemple de transduction avec récepteur membranaire et un exemple avec récepteur nucléaire. L'action éventuelle sur le génome, simplement signalée ici, sera reprise en deuxième année.</p>
<p>2.3.4 Genèse et propagation du message nerveux à l'échelle du neurone (3 h)</p>	<p>On indique l'existence de phénomènes de sommation conduisant à la création de potentiels d'action au niveau du segment initial de l'axone. Les mécanismes moléculaires de création des potentiels et de codage en fréquence au niveau du segment initial ne sont pas au programme. Les modes de propagation le long de l'axone sont étudiés, en relation avec les structures moléculaires des membranes. La genèse des variations de potentiels électriques au niveau des neurones sensoriels n'est pas au programme. La genèse spontanée de potentiels d'action non évoquée ici, sera abordée dans le cas des cellules nodales.</p>

3 - La reproduction des organismes animaux et végétaux (17 h)

<p>3.1 Reproduction sexuée des végétaux (6 h)</p>	
<p>3.1.1 La fleur des Angiospermes Organisation de la fleur, formation des gamétophytes, pollinisation, double fécondation et formation de la graine et du fruit. Le cycle biologique des Angiospermes.</p>	<p>En relation avec les études menées en travaux pratiques, l'exposé s'appuie sur un exemple précis, et exclut toute étude naturaliste et encyclopédique des variations structurales et fonctionnelles. Ne sont pas au programme : les modalités de la formation de la fleur, la physiologie de la floraison, la physiologie de la fructification et celle du fruit.</p>
<p>3.1.2 Le cas des Filicophytes Formation du gamétophyte, fécondation et formation du jeune sporophyte chez les Filicophytes. Le cycle biologique des Filicophytes.</p>	<p>En relation avec les études menées en travaux pratiques, l'exposé s'appuie sur un exemple précis, et exclut toute étude naturaliste et encyclopédique des variations structurales et fonctionnelles. Aucune interprétation n'est attendue quant à la comparaison des deux cycles étudiés.</p>
<p>3.2 Multiplication végétative naturelle chez les Angiospermes (2 h)</p>	<p>Seule une présentation globale, illustrée de quelques exemples est attendue. Tout catalogue exhaustif de modalités est exclu.</p>
<p>3.3 Reproduction sexuée chez les Mammifères (3 h) Gamètes, gamétogenèse, fécondation.</p>	<p>Les aspects éthologiques de la reproduction sexuée ne sont pas au programme. Les gamétogenèses mâle et femelle, sans leurs contrôles, sont au programme.</p>
<p>3.4 Aspects chromosomiques et génétiques de la reproduction (6h) Cas de la multiplication végétative. Méiose. Mécanismes favorisant l'hétérozygotie.</p>	<p>La variabilité engendrée par la mitose et la méiose est discutée à cette occasion. L'étude des conséquences génétiques de la méiose ne donne pas lieu à des exercices de génétique formelle. Les mécanismes favorisant l'hétérozygotie chez les végétaux sont étudiés chez les Angiospermes. Les phénomènes d'incompatibilité chez les Champignons ne sont pas au programme.</p>

PROGRAMME DE COURS DE SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE - DEUXIÈME ANNÉE

4 - La circulation sanguine et l'intégration de l'organisme (18 h)

L'étude se limite, dans tout le point 4, au cas des Mammifères.

<p>4.1 Le transport des gaz respiratoires par le sang (4 h) Transport du CO₂ et de l'O₂. Relations avec la structure et les propriétés de l'hématie et de l'hémoglobine.</p>	<p>L'étude du transport des gaz respiratoires est reliée aux connaissances développées en technologie concernant les protéines et à la respiration chez les animaux. Les effets du transport des gaz respiratoires sur le pH sanguin sont hors programme.</p>
<p>4.2 La pompe cardiaque et la mise en circulation du sang. Contrôle de l'activité cardiaque et débit sanguin (6 h) Le fonctionnement de la pompe cardiaque, son débit, son contrôle.</p>	<p>L'activité mécanique et l'activité électrique cardiaques sont étudiées, mais les méthodes d'exploration fonctionnelles du cœur et du circuit sanguin ne sont pas au programme. Les phénomènes sont étudiés aux différentes échelles.</p>
<p>4.3 La distribution du sang au muscle et son contrôle (4 h) Circuit sanguin, organisation fonctionnelle des segments vasculaires (artères, artérioles, capillaires, veines), échanges capillaires, vasomotricité.</p>	

4.4 Intégration de la perfusion du muscle à l'échelle de l'organisme (4 h)	Il s'agit de traiter de l'adaptation de la fonction circulatoire à la perfusion des organes. On évoque à ce propos la redistribution des masses sanguines lors d'un exercice physique et d'une période post-prandiale. Les conséquences sur la pression artérielle sont envisagées à l'échelle de l'organisme dans le cadre d'une régulation à court terme liée à la situation physiologique.
---	---

5 - L'information génétique à l'échelle cellulaire (21 h)

Cette étude s'affranchit d'une approche historique de la découverte des concepts fondamentaux (identification de la nature du support de l'information génétique, du mode de réplication semiconservatif de l'ADN, élucidation du code génétique, notion de gène, relation gène-caractère...). Ces connaissances ont été établies dans les classes de lycée : elles sont brièvement rappelées, sans que leurs supports expérimentaux fondateurs soient exigibles.

Cette partie du programme est complémentaire de ce qui est traité sur cette question en technologie. Les professeurs de sciences de la vie et de la Terre sont invités à coordonner leur travail avec ceux de cette autre discipline.

5.1 Mécanismes moléculaires de conservation de l'information génétique (4 h)	Cette étude est restreinte au cas des Procaryotes, modèle E. coli.
---	--

5.1.1 La réplication de l'information génétique Conservation de l'information génétique lors de sa réplication. Modifications de séquences liées à la réplication (formes tautomères).	L'étude de la réplication est orientée sur les mécanismes moléculaires d'action des ADN polymérases. La fidélité de la copie est discutée. On signale l'intervention d'autres enzymes dans la réplication. Les mécanismes de réplication par cercle tournant ne sont pas au programme.
--	--

5.1.2 La protection de l'information génétique et les mutations Conservation de l'information génétique lors de son stockage. Effets de quelques mutagènes naturels et existence de mécanismes de réparation.	On ne traite que des processus de dimérisation de thymines, de désamination et de dépurination spontanées. On se limitera à un seul exemple de réparation.
---	--

5.2 Mécanismes moléculaires de l'expression génétique (14 h)	
---	--

5.2.1 Mécanismes fondamentaux de l'expression génétique Transcription, traduction chez les Procaryotes (E coli).	L'étude de la transcription et de la traduction est l'occasion de présenter les divers types d'ARN produits. La fidélité de la copie transcrite est comparée à celle de la réplication. L'existence de signaux d'initiation et de fin de transcription est présentée. Le rôle des amino-acyl-ARNt-synthases est indiqué. Les mécanismes fondamentaux de l'expression génétique chez les Eucaryotes sont au programme de biotechnologie. On s'assurera, sur ce sujet d'une bonne coordination entre les deux enseignements.
--	--

5.2.2 Le contrôle de l'expression génétique États de condensation de la chromatine et expression génétique chez les eucaryotes ; rôle du complexe d'initiation de la transcription chez les eucaryotes. Le cas du contrôle génétique des phénomènes du développement : - contrôle génétique de la mise en place des polarités embryonnaires ; - différenciation des feuillettes ; - régionalisation des somites ; - différenciation de la cellule musculaire.	L'étude des opérons des procaryotes, abordée en biotechnologie ne sera pas reprise, mais pourra faire l'objet d'une comparaison rapide avec les mécanismes en œuvre chez les Eucaryotes. Les différents états de condensation de la chromatine interphasique sont mis en rapport avec son expression. Les modalités de l'initiation de la transcription sont l'occasion de montrer très schématiquement comment l'assemblage et la mise en fonctionnement du complexe d'initiation de la transcription constituent la principale voie de régulation de l'expression génétique chez les eucaryotes (boîte TATA et facteurs cis et trans). L'importance, à l'échelle de l'organisme, des phénomènes cellulaires de régulation de l'expression génétique est soulignée. Les exemples sont choisis dans le cadre de la biologie du développement, dans le prolongement de l'enseignement de première année. Une bonne coordination des deux enseignements est nécessaire.
---	---

5.2.3 Les virus, parasites du système d'expression des cellules.	Seuls sont envisagés le phage λ , le virus de la mosaïque du tabac et le VIH. Le phage λ est utilisé pour présenter la lysogénie dont les processus moléculaires ne sont pas étudiés. Lien avec les mécanismes de transgénèse étudiés en biotechnologie.
---	--

5.3 Transmission de l'information lors de la mitose (3 h)	
--	--

5.3.1 Mitose et conservation de l'information génétique	L'étude de la mitose permet de discuter, à l'échelle chromosomique et à l'échelle moléculaire, de la conservation de l'information génétique lors de sa transmission ; l'importance de la prise en compte de la fréquence des mutations dans l'étude de la conservation de l'information est soulignée ; les mutations chromosomiques et les recombinaisons hétérologues sont mentionnées sans que leurs mécanismes soient au programme.
--	--

5.3.2 Place de la mitose dans le cycle cellulaire.	L'régulation du cycle cellulaire n'est pas au programme. On signale seulement l'existence de points de contrôle dont le franchissement autorise la poursuite du cycle.
---	--

6 - L'énergie et le monde vivant (15 h)

Cette partie doit être conçue en complémentarité avec le cours de technologie. Les professeurs de sciences de la vie et de la Terre devront veiller à coordonner leur travail avec celui de leurs collègues.

6.1 La photosynthèse eucaryote (7 h)	L'étude de la photosynthèse est envisagée ici à la seule échelle cellulaire et dans le cadre de la cellule eucaryote. L'étude de l'organisation des chloroplastes est conduite en relation avec les phénomènes qui s'y déroulent. On montre l'intégration du fonctionnement du chloroplaste dans le métabolisme énergétique envisagé à l'échelle de la cellule (cellule photolithotrophe).
---	--

6.1.1 Chaîne photosynthétique et photophosphorylations acyclique et cyclique.	L'étude des pigments est limitée à ceux présents chez les Chlorophytes. Les mécanismes moléculaires de décomposition de l'eau et la structure détaillée des photosystèmes sont hors-programme.
--	--

6.1.2 Les cycles de carboxylation photosynthétique en C3 et C4 - C3.	L'étude du cycle de Calvin est limitée aux réactions générant le glycéraldéhyde-3-phosphate et conduit à l'établissement d'un bilan matériel et énergétique. Les étapes de régénération du ribulose 1-5 bisphosphate ne sont pas au programme. L'existence de la photorespiration est mentionnée mais l'étude détaillée de ses mécanismes moléculaires n'est pas au programme. Le métabolisme CAM n'est pas au programme. Les devenir du glycéraldéhyde-3P dans le chloroplaste et dans la cellule chlorophyllienne, ainsi que l'utilisation des nitrates par la cellule chlorophyllienne ne sont que cités.
---	--

6.2 Le catabolisme oxydatif (8 h)	L'étude du catabolisme oxydatif est envisagée dans le cadre de la cellule eucaryote. Son existence chez les Procaryotes est signalée sans que cela conduise à une étude spécifique ou comparative. L'étude de l'organisation des mitochondries est conduite en relation avec les phénomènes qui s'y déroulent. On montre l'intégration du fonctionnement mitochondrial dans le métabolisme énergétique envisagé à l'échelle de la cellule (chimio-organotrophie et photolithotrophie).
--	--

6.2.1 Activité cellulaire et métabolisme énergétique de la cellule musculaire squelettique (2 heures)	Les mécanismes de la contraction sont étudiés. La production d'un travail mécanique est reliée à l'utilisation de l'ATP et au métabolisme qui en est la source. Les différents substrats métaboliques de la cellule musculaire squelettique sont précisés et les voies de restauration de l'ATP sont au programme. L'incidence du jeûne prolongé sur le métabolisme de cette cellule n'est pas évoquée.
--	---

6.2.2 L'oxydation des substrats organiques	
---	--

6.2.2.1 Oxydation du glycéraldéhyde-3P dans le cytosol (glycolyse)	Cette étude conduit à présenter l'ensemble de la voie glycolytique dont le contrôle est au programme. La voie des pentoses phosphate est citée mais son étude n'est pas au programme.
---	---

6.2.2.2 Oxydation du pyruvate et des acides gras dans la mitochondrie	Les différentes origines du pyruvate (dont la voie de dégradation de l'alanine) sont présentées.
--	--

6.2.2.3 Oxydation de l'acétylcoenzyme A dans la mitochondrie (cycle de Krebs)	Le cycle de Krebs est présenté comme voie de convergence du catabolisme. Cette étude est l'occasion de préciser les sites de réduction des coenzymes et de décarboxylation. Les formules chimiques des composés intermédiaires ne sont pas au programme. Les voies de dégradation des acides aminés autres que l'alanine ne sont pas au programme. Le rôle anabolique du cycle de Krebs n'est pas exigible. Le contrôle du cycle n'est pas au programme.
--	--

6.2.3 Chaîne respiratoire et oxydations phosphorylantes	
--	--

6.2.4 Fermentations lactique et éthanologique	
--	--

7 - Le cycle géochimique du carbone (18 h)

Cette partie du programme doit être conçue comme l'occasion de présenter de façon intégrée un ensemble de connaissances abordées ailleurs ainsi que quelques données nouvelles.

Elle est l'occasion de montrer :

- la cohérence des différents niveaux d'étude, de l'échelle moléculaire de la réaction chimique ou métabolique à la planète entière ;
- l'interdépendance forte de la vie, des enveloppes minérales externes de la planète et de l'activité humaine ;
- la complémentarité des approches du cours de technologie (études moléculaires, écologie microbienne) et de celui de sciences de la vie et de la Terre (métabolismes, vie des organismes, écosystèmes).

Rassemblant dans une culture commune des étudiants issus de l'enseignement agricole et d'autres issus de l'enseignement technique, elle est l'occasion d'aborder la discussion sur un grand problème de société concernant l'avenir de la planète, dans une optique d'éducation à l'environnement pour un développement durable.

<p>7.1 Désagrégation mécanique et altération chimique en domaine continental (3 h) Désagrégation mécanique, altération chimique, dissolutions, formations résiduelles.</p>	<p>L'étude est menée à partir de l'exemple des granites et des calcaires. L'influence du cli mat, l'importance du CO₂, celle des êtres vivants sont soulignées. L'étude des sols est exclue. L'importance de ces processus à l'échelle de la Terre globale est introduite. Un but important de ce paragraphe est de montrer que la mise au contact de silicates avec l'atmosphère engendre des carbonates, ce qui fixe le CO₂ atmosphérique, avec des conséquences sur le climat. La mise à l'affleurement des silicates est reliée à la tectonique, sans pour autant étudier les phénomènes tectoniques eux-mêmes.</p>
<p>7.2 La sédimentation carbonatée (3 h) Précipitation des solutions avec et sans intervention de la vie.</p>	<p>Cette partie est centrée sur les mécanismes de précipitation de carbonates, et d'échange entre les minéraux, les éléments dissous et le CO₂ de l'atmosphère et de l'océan. On souligne le rôle de la vie dans les phénomènes géologiques de sédimentation : le phénomène biogéochimique de précipitation des carbonates est essentiel à la compréhension du cycle. On signale néanmoins l'existence d'autres types de sédimentation, notamment détritique. Si l'on doit évoquer l'existence de lieux de sédimentation, aucune connaissance sur les bassins sédimentaires ou leur stratigraphie n'est attendue.</p>
<p>7.3 Les réservoirs de carbone sédimentaire d'origine organique (2 h) Préservation et transformation de la matière organique sédimentaire. Constitution de réservoirs de carbone à partir de cette matière organique.</p>	<p>Il ne s'agit pas d'étudier hydrocarbures et charbons en tant que composantes des roches, ni d'étudier le détail de leur composition. Il s'agit de montrer l'existence de ces gisements de carbone, et les conditions pour cette existence. Cette présentation est destinée à permettre l'établissement du cycle global du carbone. La durée des phénomènes est indiquée, et sera reprise dans la partie finale.</p>
<p>7.4 Les sédiments, archives des variations climatiques du dernier million d'années (4 h) Enregistrement des variations climatiques depuis un million d'années, par les dépôts marins, lacustres et glaciaires.</p>	<p>La glace des inlandis est considérée comme une roche et les inlandis sont présentés comme des archives des dernières glaciations. Par ailleurs, la composition isotopique en ¹⁸O des tests de foraminifères benthiques fournit une indication sur la variation du volume total des glaces. D'autres archives sont présentées : dépôts glaciaires, témoins paléontologiques, sédiments lacustres. Dans cette partie, on s'attache davantage à montrer la diversité des archives paléoclimatologiques qu'à étudier les causes des variations climatiques. On mentionne le caractère continu ou discontinu des enregistrements. On montre l'alternance de périodes glaciaires et interglaciaires, dont la rythmicité peut être reliée aux variations des paramètres orbitaux de la Terre. On montre le rôle des mécanismes amplificateurs (CO₂, albédo). On met en évidence l'existence de variations rapides et lentes du climat. La connaissance exhaustive des paramètres orbitaux de la Terre n'est pas au programme.</p>
<p>7.5 Réservoirs et flux dans le cycle du carbone (6 h) Détermination des principaux réservoirs et des flux qui les relient. Aspects qualitatifs et quantitatifs, appréciation des temps de résidence moyens. Enregistrements géologiques des variations des réservoirs de carbone au cours des 200 derniers millions d'années ; interprétation. Perspectives face à la croissance du taux de CO₂ d'origine anthropique.</p>	<p>Ce paragraphe utilise les données et les concepts de l'ensemble des paragraphes précédents. Le cycle du carbone est établi à partir d'une analyse des phénomènes actuels, incluant bien sûr les êtres vivants. On montre le rôle central de l'océan. La validité d'un équilibre stationnaire est discutée. Le temps de réaction du modèle de cycle du carbone est discuté.</p>

PROGRAMME DE TRAVAUX PRATIQUES

Les travaux pratiques sont organisés en rapport direct avec le cours, pour permettre notamment de présenter les notions structurales essentielles, ainsi que certaines observations fonctionnelles.

La quantité de séances réalisables est très variable suivant les parties du programme. Elles ne pourront donc pas être organisées en strict parallèle du cours. Certaines des séances, reportées par exemple en seconde année alors que le cours est dispensé en première année, seront alors l'occasion de fructueuses révisions du programme déjà traité à la faveur de l'étude d'exemples nouveaux.

D'une façon générale, les observations suggérées peuvent être utilement complétées par des exercices (étude de résultats expérimentaux par exemple).

Première année

1 - La respiration branchiale (1 séance) Exemples de la Moule et du Gardon (ou autre poisson téléostéen).	Observation de la cavité palléale de la Moule ; montage de branchies vivantes ; observation de lames du commerce. Dissection de la région cardio-branchiale d'un gardon. Observation de préparations du commerce de branchies en coupe. Observations de clichés de microscopie électronique. Observation des mouvements ventilatoires d'un poisson téléostéen vivant.
2 - La respiration pulmonaire (2 séances) Exemples de la Grenouille et de la Souris.	Dissection et observation de la région cardio-pulmonaire de la Grenouille. Indices d'une respiration cutanée associée à la respiration pulmonaire. Dissection et observation de la région cardio-pulmonaire de la Souris. Histologie du poumon de Mammifère à partir de préparations commerciales (microscopie optique) et de clichés de microscopie électronique.
3 - L'appareil végétatif des Angiospermes (5 séances)	Étude morpho-anatomique des grands types d'organes : racine, tige, feuille (limbe et pétiole). Étude des tissus rencontrés. Réalisation de préparations microscopiques colorées. Observation de documents de microscopie électronique. Les organes et les tissus de réserve. La participation de l'appareil végétatif à la reproduction asexuée. La cellule de parenchyme palissadique.
4 - La reproduction sexuée et le développement des êtres vivants (5 séances)	
4.1 Le développement embryonnaire et post embryonnaire de la Grenouille (1 séance)	Observation de formes embryonnaires entières, en préparations microscopiques et sous forme de documents photographiques. Observation de formes larvaires.
4.2 Les gonades des Mammifères (1 séance)	Observation microscopique de lames histologiques d'ovaire et de testicule.
4.3 La reproduction sexuée des Angiospermes (2 séances)	Dissection d'une fleur typique. Observation de préparations microscopiques d'étamines et de pistil. Graines et fruits.
4.4 La reproduction sexuée d'une Filicophyte (1 séance)	Observations de frondes de fougères portant des sporanges. Préparation microscopique de sporanges. Prothalles et gamétanges.
5 - La diversité du monde vivant (7 séances)	Cet ensemble de séances a pour but, outre l'acquisition d'un savoir faire manipulateur, de faire prendre conscience de la diversité des formes vivantes, en dégagant à partir d'exemples les grands traits caractéristiques de certains groupes.
5.1 Mollusques Lamellibranches : exemple de la Moule (1 séance)	
5.2 Annélides Polychètes : exemples de la Néréis et de l'Arénicole (1 séance)	
5.3 Crustacés Décapodes : exemple de l'Écrevisse (1 séance)	
5.4 Mammifères : la Souris (2 séances)	
5.5 Angiospermes (2 séances) : dissections florales et usage de la flore	
6 - Approche phylogénétique de la diversité du monde vivant (2 séances)	Travail de construction et d'étude d'arbres phylogénétiques. Utilisation de banques de données informatisées.
7 - Organisation cellulaire (4 séances)	Méthodes d'étude de la cellule en microscopie optique. Méthodes d'étude de la cellule en microscopie électronique. La cellule acineuse de pancréas. La cellule de muscle strié squelettique.

Deuxième année

1 - La diversité du monde vivant (7 séances)	Ces séances complètent et prolongent celles de première année consacrées au même thème.
1.1 Angiospermes (2 séances) : dissections florales et usage de la flore	
1.2 La diversité du monde végétal et des Champignons (1 séance) Cette séance construite autour d'une démonstration et/ou de l'exploitation des récoltes au cours d'une sortie, n'a pour but que de faire sentir la richesse d'un monde dont l'étude n'est réellement menée en cours qu'à propos des Angiospermes et d'une Fougère. On pourra par exemple présenter deux ou trois Champignons, deux ou trois Algues, une ou deux Bryophytes et une Gymnosperme.	
1.3 Mollusques Gastéropodes (1 séance) Coquille, masse viscérale, ouverture du poumon.	
1.4 Insectes (3 séances) Étude du Criquet. Odonates, Coléoptères, Diptères, Hyménoptères. Ces séances sont l'occasion de présenter quelques traits permettant d'organiser la diversité des insectes métaboles : ailes, stades du développement post-embryonnaire, pièces buccales.	
2 - La circulation sanguine et l'intégration de l'organisme (2 séances)	Le cœur de Mammifère : anatomie, histologie. Les vaisseaux sanguins : artères, veines et capillaires (microscopie optique et clichés de microscopie électronique).
3 - Le patrimoine génétique et sa conservation au sein de la cellule (2 séances)	Chromosomes (dont observation de chromosomes géants de larves de Diptères). Mitose, méiose.
4 - L'énergie dans le monde vivant : la photosynthèse (2 séances)	Études microscopiques et expérimentales (expérimentation assistée par ordinateur).
5 - Le cycle géochimique du carbone (4 séances)	Le calcaire, le granite et leur altération : aperçu minéralogique et chimique sommaire ; documents relatifs à l'altération (documents photographiques de paysages et d'affleurements). Étude, sur la carte géologique de la France au millionième d'un contact massif ancien / bassin sédimentaire dans la région qui abrite le Lycée de préparation : appréhension d'ensemble du phénomène sédimentaire. Archives climatiques glaciaires ou sédimentaires. Éventuellement : observation de modèles climatiques informatisés.