

Annexe 1

PROGRAMME DE SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE (PREMIÈRE ET SECONDE ANNÉES)

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 notamment).

En sciences de la vie, 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.

En sciences de la Terre le programme vise à présenter la Terre solide. L'étude détaillée de la dynamique atmosphérique et océanique est reportée à un niveau d'études plus approfondi. Le programme souligne les interactions entre différents facteurs de l'environnement. Il s'appuie sur les observations réalisées lors de stages sur le terrain.

Les professeurs de classe préparatoire demeurent libres de mener le programme comme ils l'entendent.

I - SCIENCES DE LA VIE

En première année, sont traités :

- la partie 1 Biologie cellulaire et moléculaire ;

- le point 3 "Construction d'un organisme, mise en place d'un plan d'organisation" de la partie 2 Biologie des organismes

En seconde année sont traités les 4 autres points de la partie 2 et la partie 3 "Intégration d'une fonction à l'échelle de l'organisme".

Partie 1 - Biologie cellulaire et moléculaire

<p>1. L'organisation cellulaire et moléculaire du Vivant 1.1 La cellule eucaryote, unité structurale et fonctionnelle Approche comparative de deux exemples : la cellule acineuse pancréatique et la cellule du parenchyme palissadique.</p>	<p>L'objet de cet item ne saurait dépasser celui d'une présentation générale de la structure et du fonctionnement des cellules eucaryotes. 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 sommairement 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. Une référence comparative sommaire peut être faite avec une cellule procaryote (exemple : Escherichia coli, Eubactérie). Une approche monographique de cette dernière est exclue du programme.</p>
<p>1.2 Propriétés fonctionnelles des principales familles de molécules du vivant - Caractères généraux des constituants fondamentaux des êtres vivants. - Propriétés physico-chimiques des glucides, des lipides et des protéines en relation avec leurs rôles.</p>	<p>Sans qu'il soit question de faire un cours de biochimie théorique indépendant des structures biologiques et des fonctions de ces substances, il paraît indispensable de mettre à la disposition des étudiants une vue d'ensemble structurée des divers types de constituants chimiques qui interviennent chez les êtres vivants. On insiste sur les échelles de taille des biomolécules, l'existence d'un petit nombre de classes principales (oses et osides ; acides gras, lipides ; acides aminés, peptides et protéines ; nucléotides et acides nucléiques) ; les différents types de liaisons et de groupements chimiques impliqués ; le comportement des biomolécules vis-à-vis de l'eau. L'étude des différents ordres de structure des protéines est menée pour l'essentiel sur la myoglobine et l'hémoglobine en relation avec leurs propriétés fonctionnelles. On souligne l'importance des changements de conformation des protéines et on signalera l'existence d'isoformes.</p>
<p>1.3 Membranes et fonctionnement cellulaire - 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>- 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 3 du programme.</p>
<p>2. Le métabolisme cellulaire 2.1 Les enzymes, acteurs du métabolisme</p>	<p>Dans un souci de transdisciplinarité, un préambule présente sommairement les conditions thermodynamiques et cinétiques de la réalisation des réactions chimiques dans la cellule (variations d'enthalpie libre négative, fonctions générales d'un catalyseur). Ces notions ne sont cependant pas, en tant que telles, un objectif du programme.</p>
<p>- Catalyse enzymatique. • Cinétique des enzymes michaéliennes (Km, Vmax et leur signification).</p>	<p>La cinétique est traitée dans le cours de chimie. Les données cinétiques sont exploitées ici pour préciser les modalités de l'interaction enzyme-substrat. On indique l'existence de différents types d'inhibitions. On donne la traduction cinétique d'une inhibition réversible compétitive et d'une inhibition réversible non compétitive.</p>
<p>• Étude à l'échelle moléculaire d'un exemple du déroulement d'une réaction catalytique.</p>	
<p>- Contrôle de l'activité enzymatique.</p>	<p>On étudie le contrôle de l'activité enzymatique par modification covalente (en se limitant à l'exemple de la phosphorylation/déphosphorylation) et par intervention de propriétés allostériques (effets coopératifs, action d'effecteurs allostériques). Les modèles cinétiques de l'allostérie concertée ou séquentielle ne sont pas au programme.</p>

<p>2.2 Structure générale du métabolisme et rôle des coenzymes</p> <ul style="list-style-type: none"> - Place du catabolisme oxydatif et de la photosynthèse eucaryote. - Place et propriétés de l'ATP dans le métabolisme cellulaire. - Place et propriétés des coenzymes (NAD, NADP, FAD, coenzyme A) ; implications énergétiques et métaboliques. - Interprétation en termes de couplages énergétiques. 	
<p>2.3 La photosynthèse eucaryote</p>	<p>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).</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Chaîne photosynthétique et photophosphorylations acyclique et cyclique. 	<p>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.</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Les cycles de carboxylation photosynthétique en C3 et C4 - C3. 	<p>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.</p>
<p>2.4 Le catabolisme oxydatif</p>	<p>L'étude du catabolisme oxydatif est envisagé dans le cadre de la cellule eucaryote. Son existence chez les Procaryotes sera 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).</p>
<ul style="list-style-type: none"> - L'oxydation des substrats organiques. • Oxydation du glycéraldéhyde - 3P dans le cytosol (glycolyse). 	<p>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.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Oxydation du pyruvate et des acides gras dans la mitochondrie. 	<p>Les différentes origines du pyruvate (dont la voie de dégradation de l'alanine) sont présentées.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Oxydation de l'acétyl-coenzyme A dans la mitochondrie (cycle de Krebs). 	<p>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.</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Chaîne respiratoire et oxydations phosphorylantes. 	
<ul style="list-style-type: none"> - Fermentations lactique et éthanolique. 	
<p>3. L'information génétique à l'échelle cellulaire</p>	<p>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 répllication semi-conservatif de l'ADN, élucidation du code génétique, notion de gène, relation gène-caractère...). Ces connaissances ont été établies dans les classes de lycée. Ces concepts sont brièvement rappelés, sans que leurs supports expérimentaux fondateurs soient exigibles.</p>
<p>3.1 Supports et organisation de l'information génétique</p>	
<ul style="list-style-type: none"> - Supports moléculaires et cellulaires de l'information génétique. 	<p>En relation avec les items 3.2 et 3.3 on s'attache à discuter la définition moléculaire du gène.</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Organisation des génomes pro - et eucaryotes. 	<p>Cette étude des supports est l'occasion d'aborder les génomes viraux à ARN. L'étude de ces supports est abordée à différentes échelles, de celle de la structure des chromosomes, au contenu informatif des molécules d'ADN qui les constituent. On peut évoquer les méthodes d'étude mais seuls les résultats sont au programme.</p>

3.2 Mécanismes moléculaires de conservation de l'information génétique	Cette étude est restreinte au cas des Procaryotes, modèle E. coli.
- 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 polymérasés. 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.
- 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.
3.3 Mécanismes moléculaires de l'expression génétique	
- 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.
- Quelques caractères de l'expression génétique dans la cellule eucaryote : gènes en mosaïque et maturation des ARNm ; maturation et modifications post-traductionnelles.	Les mécanismes de l'excision et de l'épissage ne sont pas au programme. Les processus de maturation sont étudiés dans le cadre de la compartimentation des cellules eucaryotes. La maturation post-traductionnelle et l'adressage des protéines sont présentés. On se limite aux mécanismes simplifiés de translocation co-traductionnelle dans le réticulum et aux seules mentions et localisations des maturations et modifications par établissement des ponts disulfures, glycosylations, clivages protéiques et phosphorylations.
- Contrôle de l'expression génétique. • Exemple de l'opéron lactose chez les procaryotes (E coli).	
• États de condensation de la chromatine et expression génétique chez les eucaryotes ; rôle du complexe d'initiation de la transcription 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).
- 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.
3.4 Transmission de l'information lors de la mitose	
- Mitose et conservation de l'information lors de sa transmission.	L'étude de la mitose permet de discuter, aux échelles chromosomique et 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.
- Place de la mitose dans le cycle cellulaire.	La 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.

Partie 2 - Biologie des organismes

1. Diversité du vivant	
Critères systématiques	Les bases de la phylogénie, établies en classe de Terminale, sont brièvement rappelées. Elles permettent d'exposer de manière simple les critères de systématique phylogénique qui conduisent à organiser la diversité du vivant, constatée dans les cours et les travaux pratiques. L'étude de cette diversité permet notamment de présenter des organismes unicellulaires procaryotes et eucaryotes (archée, colibacille, cyanobactérie, levure...) mais qui ne font en aucun cas l'objet d'une étude monographique.

2. L'organisme en relation avec son milieu	
2.1 Réalisation des échanges gazeux entre l'organisme animal et son milieu (nature des échanges, diversité des échangeurs, modalités de la ventilation)	<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 :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les branchies d'une Annelide (arénicole), d'un Mollusque (moule), d'un Arthropode Crustacé (écrevisse), et chez les Vertébrés, exclusivement des Poissons Téléostéens ; - les poumons : l'étude se limite aux poumons des Vertébrés suivants : Amphibiens, Oiseaux, Mammifères ; - les trachées des Arthropodes Insectes. <p>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>
2.2 Échanges hydro-minéraux entre l'organisme végétal et son milieu ; corrélations trophiques dans l'organisme végétal	
- Absorption racinaire, fonctionnement stomatique, circulation des sèves (cas des Angiospermes).	<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.</p> <p>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>
2.3 Adaptation du développement des Angiospermes au rythme saisonnier	
- Exemple du passage de la saison froide, en région tempérée, chez les Angiospermes.	<p>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.</p>
3. Construction d'un organisme, mise en place d'un plan d'organisation	
3.1 Mise en place du plan d'organisation chez les Vertébrés	<p>Il s'agit de présenter les grandes étapes qui marquent le développement d'un organisme animal. On insiste dans un premier temps sur les principales acquisitions morphologiques, anatomiques et histologiques qui caractérisent les développements embryonnaires et post-embryonnaires. Les mécanismes cellulaires, moléculaires, voire génétiques de certaines de ces étapes sont ensuite étudiés.</p>
- 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).</p> <p>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>
- 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'expression des gènes homéotiques.</p>
3.2 Le développement post-embryonnaire des Angiospermes : de la jeune plante à la plante différenciée	<p>L'étude est limitée 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 : mères, auxèses, différenciation.</p>

- Organisation et fonctionnement des apex racinaire et caulinaire.	Les caractères cytologiques des cellules méristématiques sont présentés mais le contrôle hormonal du fonctionnement des méristèmes est exclu. On présente les approches génétiques relatives au fonctionnement du méristème apical caulinaire (cas d' <i>Arabidopsis thaliana</i>). On souligne 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.
- Grandissement cellulaire et histogénèse.	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 ne sont 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.
- Méristèmes secondaires et croissance en épaisseur.	La mise en place et le fonctionnement du cambium et du phellogène sont présentés. Cette étude de la croissance en épaisseur complète ainsi celle de la croissance en longueur, abordée dans les deux points précédents.
4. La reproduction des organismes animaux et végétaux	
4.1 Reproduction sexuée des végétaux	
- Organisation de la fleur, formation des gamétophytes, pollinisation, double fécondation et formation de la graine et du fruit chez les Angiospermes.	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, la formation des gamétanges chez les Filicophytes.
- Formation du gamétophyte, fécondation et formation du jeune sporophyte chez les Filicophytes.	Les cycles biologiques des Angiospermes et des Filicophytes sont construits, sans qu'ils conduisent à une étude comparative
4.2 Multiplication végétative naturelle chez les Angiospermes	
4.3 Reproduction sexuée chez les Mammifères : gamètes et fécondation	
	Les aspects éthologiques de la reproduction sexuée ne sont pas au programme. Les gamétogénèses mâle et femelle, sans leurs contrôles, sont au programme
4.4 Aspects chromosomiques et génétiques de la reproduction : cas de la multiplication végétative ; méiose ; mécanismes favorisant l'hétérozygotie	
	La variabilité engendrée par la mitose et la méiose est discutée à cette occasion. L'étude des conséquences génétiques de la méiose ne donnera 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
5. Diversité des types trophiques	
Types trophiques des micro-organismes : principales modalités.	Les grands processus métaboliques participant à la réalisation des types trophiques sont évoqués (photosynthèses, chimiosynthèses, fermentations, respirations) sans que le détail de leurs voies métaboliques soit exigé. Il convient surtout qu'apparaissent l'origine de l'énergie, la nature des donneurs et des accepteurs d'électrons et que les processus soient analysés en termes d'oxydo-réduction. L'existence d'organismes diazotrophes, symbiotiques ou non, est mentionnée, mais le fonctionnement des nodosités n'est pas au programme. Il ne s'agit pas de traiter les relations biotiques qui peuvent s'établir entre les êtres vivants (parasitisme, symbiose...). Les organismes étudiés seront cependant replacés dans les cycles du carbone et de l'azote, faisant ainsi apparaître l'importance écologique des types trophiques étudiés.

Partie 3 - Intégration d'une fonction à l'échelle de l'organisme

Cette partie permet d'aborder l'idée d'intégration d'une fonction-la fonction circulatoire-, à l'échelle de l'organisme. Elle conduit aussi à construire l'idée de régulation. L'exemple retenu est celui de l'intégration de la circulation systémique au fonctionnement des cellules et des organes, chez l'Homme.

Appuyée sur les notions de base relatives aux corrélations entre cellules, et prenant pour cadre le muscle squelettique, cette étude permet aussi d'établir une cohérence avec d'autres chapitres du programme.

1. Des communications intercellulaires chez l'animal	Il s'agit de présenter les mécanismes généraux de la communication entre cellules et non pas de traiter de manière exhaustive la diversité des mécanismes connus.
1.1 Messagers et messages dans les corrélations nerveuses et hormonales	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.
1.2 Mode d'action cellulaire des neurotransmetteurs et des hormones	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). Pour les hormones, on présente un exemple de transduction avec récepteur membranaire et un exemple avec récepteur nucléaire. La diversité des mécanismes de transduction n'est pas l'objet de ce programme.
1.3 Genèse et propagation du message nerveux à l'échelle du neurone	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.
2. Le fonctionnement de la cellule musculaire squelettique	
2.1 Organisation fonctionnelle de la cellule musculaire squelettique	La cellule musculaire squelettique est resituée au sein du muscle ; la connaissance de l'organisation de celui-ci se limite aux relations entre les cellules musculaires, les terminaisons des motoneurons et la micro-circulation (capillaires musculaires).
2.2 Couplage excitation / contraction	
2.3 Activité cellulaire et métabolisme énergétique de la cellule musculaire squelettique	Les mécanismes de la contraction sont étudiés en relation avec l'utilisation de l'ATP. 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 évoqué.
3. Intégration de la circulation sanguine au fonctionnement des organes	
3.1 Le transport des gaz respiratoires par le sang	L'étude du transport des gaz respiratoires est reliée aux connaissances développées dans les chapitres concernant les protéines et la respiration chez les animaux. Les effets du transport des gaz respiratoires sur le pH sanguin sont hors programme.
3.2 La pompe cardiaque et la mise en circulation du sang. Contrôle de l'activité cardiaque et débit sanguin	Les activités mécanique et 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.
3.3 La distribution du sang au muscle et son contrôle Circuit sanguin, organisation fonctionnelle des segments vasculaires (artères, artérioles, capillaires, veines), échanges capillaires, vasomotricité.	
3.4 Intégration de la perfusion du muscle à l'échelle de l'organisme	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.

II - SCIENCES DE LA TERRE

En première année, sont traités :

- les parties 1, 2 "La Terre actuelle, planète active", "Le magmatisme" ;
- les points 3.1, 3.2, 3.3 de la partie 3 "Le phénomène sédimentaire".

En seconde année sont traités le point 3.4 de la partie 3 et les parties 4 et 5 "Les transformations structurales et minéralogiques de la lithosphère", "Le cycle géochimique du carbone".

<p>1. La Terre actuelle, planète active</p>	<p>On présente dans cette partie les différentes échelles auxquelles s'intéressent les Sciences de la Terre, et les différentes méthodes d'étude adaptées à ces échelles. L'observation de la Terre à l'échelle du millier de kilomètres n'est pas réalisée en cours. Elle est faite à partir de l'étude de la carte géologique de France au 1/10⁶ en travaux pratiques. On montre que cette échelle révèle de grands ensembles géologiques : massifs anciens, bassins sédimentaires, chaînes récentes.</p>
<p>1.1 Vue d'ensemble sur la Terre</p>	
<p>Situation dans le système solaire. Enveloppes externes fluides. Masse de la Terre. Nécessité d'un noyau dense. Renseignements apportés par les météorites.</p>	<p>Il s'agit dans cet alinéa de rappeler des notions acquises avant le baccalauréat.</p>
<p>1.2 La structure interne de la Terre</p>	
<p>- Détermination de la nature et des propriétés physico-chimiques des constituants (roches et minéraux) des enveloppes terrestres grâce aux études sismiques, pétrographiques et expérimentales.</p>	<p>Cette étude met en place les notions de minéral et de roche ; on présente les principaux silicates et la calcite, les polyèdres de coordination (tétraèdre et octaèdre) et on discute les possibilités de substitution d'éléments. Cette partie est coordonnée avec la présentation en TP des principaux minéraux et roches constitutifs des enveloppes terrestres.</p>
<p>- Modèle radial de la Terre.</p>	<p>Les différentes enveloppes du globe ont été mises en évidence dans la scolarité antérieure. Les études sismiques, pétrographiques et expérimentales permettent de caractériser la nature et les propriétés des constituants de ces enveloppes. Les principales roches envisagées sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> - croûte continentale : granite, granodiorite, andésite, calcaire, pélites, grès, gneiss, schiste. - croûte océanique : basalte, gabbro ; - manteau : péridotite ; <p>On indique simplement que le noyau est constitué d'alliages fer-nickel.</p> <p>Cette étude conduit à un bilan chimique simple de chaque enveloppe.</p> <p>La différenciation géochimique primitive et son origine ne sont pas au programme.</p>
<p>1.3 Forme et dynamique du globe terrestre</p>	
<p>- La forme de la Terre. Champ de gravité et anomalies gravimétriques. Équilibre archimédéen : l'isostasie. Exemples de subsidence et de surrection. Relation profondeur / âge des fonds océaniques. Altimétrie satellitale et établissement d'une surface libre moyenne des océans, reflet des reliefs - sous-marins (variations spatiales de petite longueur d'onde).</p>	<p>Cette partie est l'occasion d'insister sur la démarche en Sciences de la Terre : observer, mesurer, puis modéliser à partir d'un nombre limité de paramètres. Une analyse des écarts entre le modèle et la réalité conduit alors à de fructueuses interprétations.</p> <p>Cette partie s'appuie nécessairement sur les exercices de travaux pratiques. L'établissement du géoïde continental n'est pas au programme.</p> <p>L'étude des variations de grande longueur d'onde de la surface des océans n'est pas au programme.</p>
<p>- Les plaques lithosphériques. Cinématique instantanée et cinématique absolue. Notion de plaque lithosphérique ; mouvement de rotation autour d'un pôle, petit cercle eulérien, vitesse angulaire et vitesse linéaire. Détermination de la direction du mouvement relatif à l'aide des failles transformantes et des mécanismes au foyer. Comparaison de vitesses relatives déterminées à l'aide des anomalies magnétiques et des données satellitales.</p>	<p>La représentation stéréographique d'un mécanisme au foyer est utilisée mais sans que sa construction soit au programme.</p>
<p>Mouvements absolus déterminés par rapport au référentiel des points chauds.</p>	<p>La construction d'un modèle de cinématique instantanée n'est pas au programme.</p>

- La dynamique mantellique. Flux de chaleur à la surface du globe, conduction et advection de la chaleur, convection.	La dynamique du noyau n'est pas au programme. On indique seulement que les mouvements à l'intérieur du noyau externe sont à l'origine de la composante principale du champ magnétique terrestre.
Tomographie sismique et hétérogénéités latérales du manteau.	Le principe d'établissement des images de tomographie sismique n'est pas exigé.
Modèle de convection : subductions motrices, rôle des points chauds.	On souligne que la convection mantellique est celle d'un fluide refroidi par sa surface et contenant des sources internes de chaleur. Le nombre de Rayleigh peut être présenté, l'essentiel étant de discuter les propriétés des péridotites mantelliennes permettant la convection.
Origine de la chaleur terrestre. Établissement d'un géotherme terrestre.	On insiste principalement sur le rôle de la radioactivité, source interne de chaleur, qui est quantifiée dans les roches et les enveloppes terrestres. L'établissement d'un géotherme océanique ou continental peut être conduit à l'aide d'exercices.
2. Le magmatisme	
2.1 Les processus fondamentaux du magmatisme	
- Fusion partielle d'une roche mère : la péridotite.	On montre la différence entre les compositions du solide et du liquide magmatique à partir des études expérimentales de fusion de mélanges de silicates calco-alumino-magnésiens présents dans la péridotite. On s'appuie sur l'étude des mélanges binaires présentant des eutectiques, et qui conduit à la présentation d'un seul système ternaire.
- Extraction et ascension d'un magma ; différenciation magmatique et cristallisation (profondeur, surface).	La différenciation est étudiée à partir des termes volcaniques d'une série tholéïtite ou alcaline, en se limitant, selon l'exemple choisi, aux roches suivantes : basalte, trachyte, rhyolite.
- Contamination.	La contamination est étudiée à propos de l'étude du magmatisme d'une zone de subduction.
2.2 Magmatisme et contextes géodynamiques	
Rift continental, dorsale, zone de subduction, chaîne de collision, point chaud.	L'objectif est ici de discuter la nature des différentes roches susceptibles de subir une fusion partielle (péridotites mantelliennes ou roches de la croûte continentale) ainsi que les conditions permettant cette fusion dans les différents contextes géodynamiques. Dans le cas d'une zone de subduction, seul le magmatisme calco-alcalin est évoqué sans que soit envisagée la diversité des séries magmatiques associées à la subduction.
3. Le phénomène sédimentaire	
3.1 Désagrégation mécanique et altération chimique en domaine continental	
Désagrégation mécanique. Altération chimique des silicates ; formations résiduelles. Dissolution des carbonates.	L'altération des silicates est étudiée à partir de l'exemple des granites. L'influence du climat et l'importance du CO ₂ sont soulignées. On se limite à la présentation des minéraux néoformés suivants : illite, kaolinite, hydroxydes de fer et d'aluminium. L'étude des sols est exclue. L'importance de ces processus à l'échelle de la Terre globale est introduite dans l'étude du cycle du carbone.
3.2 La sédimentation	
Dépôt des particules transportées par un fluide : sédimentation détritique. Précipitation de solutions : sédimentation évaporitique. Précipitation biologique : carbonates, silice. Préservation de la matière organique sédimentaire.	Le diagramme de Hjulström est utilisé. Cette partie est centrée sur les mécanismes de la sédimentation ; toutefois, on présente, sans chercher l'exhaustivité, un exemple de chaque type d'aires où ces mécanismes sont en action à savoir une marge continentale et un domaine océanique.
3.3 Un exemple de bassin sédimentaire : une marge continentale passive	
Apport sédimentaire et espace disponible. Géométrie des corps sédimentaires et causes de variations de l'espace disponible (eustatisme, tectonique).	On distingue trois types de disposition géométrique : progradation, aggradation, rétrogradation. On réalise l'analyse de données issues d'un profil sismique. Par contre, la construction d'un diagramme chronostratigraphique n'est pas au programme. On ne discute pas des causes des variations du niveau marin.

<p>3.4 Les sédiments, archives de variations climatiques du dernier million d'années</p>	
<p>Enregistrement des variations climatiques depuis un million d'années, par les dépôts marins, lacustres et glaciaires.</p>	<p>La glace des inlandsis est considérée comme une roche et les inlandsis 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, albedo). 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>4. Les transformations structurales et minéralogiques de la lithosphère</p>	
<p>4.1. Rhéologie de la lithosphère</p>	
<p>- Contrainte et déformation ; déformations élastique, plastique et cassante. Sismogénèse.</p>	<p>Parler de comportements ductile et cassant est une autre façon de décrire le régime de déformations. On montre l'importance de la nature des matériaux et des conditions thermodynamiques.</p>
<p>- Changements des propriétés mécaniques des roches.</p>	<p>Ces changements sont mis en liaison avec la notion de lithosphère thermique et mécanique abordée au point 1.3.</p>
<p>- Diversité d'échelle des déformations, de l'échelle du cristal à la lithosphère. Plis et failles. Schistosité et foliation. Linéations.</p>	<p>Les caractéristiques des plis ne sont étudiées que si elles sont liées à des différences de mode de déformation.</p>
<p>4.2 Les transformations minérales</p>	
<p>- Réactions univariantes du métamorphisme et minéraux index ; paragenèses minérales et importance des matériaux originels dans la diversité des roches métamorphiques.</p>	<p>Les transformations minéralogiques sont régies par les lois de la thermodynamique et de la cinétique : les associations minéralogiques sont des indicateurs de pression et de température.</p>
<p>- Variations dans le temps des assemblages minéralogiques présents dans une roche : chemin P,T = f(t)</p>	<p>L'évolution dans le temps des associations minéralogiques est discutée en termes géodynamiques.</p>
<p>4.3 Les objets tectoniques et les témoins métamorphiques dans une chaîne de collision : les Alpes franco-italo-suisse</p>	<p>Cette partie permet de présenter des objets tectoniques d'échelle variée, et des témoins métamorphiques dans le cadre structural d'une chaîne de collision. On se limite à la partie des Alpes visible sur la carte géologique de la France au 1/10⁶.</p>
<p>- Principales structures de l'édifice alpin : . témoins de paléomarge passive ; . indices de raccourcissement et d'épaississement ; décrochements.</p>	<p>Cette étude est l'occasion de présenter des observations de terrain et des résultats géophysiques. Le lien est fait entre l'épaississement crustal et l'isostasie. Les mouvements actuels sont mentionnés.</p>
<p>- Vestiges de l'océan liguro-piémontais.</p>	<p>La connaissance de l'océan valaisan n'est pas au programme.</p>
<p>- Apports des témoins métamorphiques.</p>	<p>L'ensemble des informations est intégré aux grandes étapes de l'histoire géodynamique de la chaîne. La connaissance chronostratigraphique des différents événements n'est pas au programme.</p>
<p>5. Le cycle géochimique du carbone</p>	
<p>Détermination des principaux réservoirs et des flux qui les relient. Aspects qualitatifs et quantitatifs. 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>Cette partie utilise les données et les concepts de l'ensemble des chapitres précédents. Le cycle du carbone est établi à partir d'une analyse des phénomènes actuels. On montre le rôle central de l'océan et le lien avec la biosphère. 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

Le programme de travaux pratiques s'articule autour de 49 séances en salle (28 en première année, 21 en seconde année) et d'un travail sur le terrain lors d'un stage dans chacune des deux années.

La dénomination "séance" est une indication horaire correspondant à 3 h en première année et 2 h 30 en seconde année. Le contenu d'une séance peut être distribué sur une ou plusieurs séquences de travaux pratiques.

En première année, sont prévues :

en sciences de la Vie (19 séances)

- les séances de travaux pratiques relatives à la biologie cellulaire et moléculaire (8)
- les séances consacrées à la souris (2)
- les séances consacrées aux Arthropodes : criquet et écrevisse (2)
- la séance consacrée au développement de la grenouille (1)
- les séances consacrées à l'appareil végétatif des Angiospermes (4)
- les séances consacrées à l'organisation florale des Angiospermes (2)

en sciences de la Terre (9 séances)

- les séances consacrées à l'exploitation de données géophysiques à l'échelle de la planète (2)
- les séances consacrées aux matériaux de la lithosphère : principaux types de roches et de minéraux (2)
- les séances consacrées aux représentations de la Terre aux différentes échelles (2)
- les séances consacrées à l'étude d'une dorsale (1), des marges active (1) et passive (1)

En seconde année, sont prévues :

en sciences de la Vie (16 séances)

- les séances relatives à la diversité des métazoaires : organisation comparée de deux appareils respiratoires (1), Mollusques (1), Insectes (2), Annélides (1)
- les séances consacrées à la diversité des types cellulaires animaux : histologie des Mammifères (3)
- la séance consacrée à l'étude des Champignons (1)
- les séances consacrées à la diversité des organismes végétaux : algues (1), Bryophytes (1), Filicophytes (1), Conifères (1), histologie des pièces florales des Angiospermes (1), graines, fruits et germinations chez les Angiospermes (2)

en sciences de la Terre (5 séances)

- les séances consacrées à l'étude de quelques grandes structures géologiques : un massif ancien et ses bordures (1), une chaîne récente : les Alpes (3), un bassin sédimentaire (1)

Biologie cellulaire et moléculaire (8 séances)

Ces TP de biologie cellulaire et moléculaire sont l'occasion de présenter aux élèves des activités reposant sur différents types de supports : réalisation de préparations microscopiques, mise en œuvre de protocoles expérimentaux fournis, exploitation de documents présentant les techniques de biologie cellulaire et moléculaire. L'exposé du principe des techniques ne peut être exigé mais il doit permettre de conduire une exploitation raisonnée des documents.

- Techniques d'étude de la cellule (2 séances) • Observation de cellules vivantes. • Mise en évidence des principaux constituants de la cellule. • Ultrastructures cellulaires. - Techniques de biologie moléculaire (2 séances).	
• Électrophorèse, chromatographie.	Une électrophorèse et une chromatographie sont réalisées.
• Principes et analyse de résultats des technologies de l'ADN recombinant.	La connaissance de ces techniques apparaît nécessaire à une acquisition solide et exploitable du cours de biologie moléculaire et cellulaire. Cette étude se fonde sur l'analyse de résultats expérimentaux, dont on explique alors les conditions d'obtention.
- Étude de micro-organismes : bactéries, levures, protistes (1 séance).	Ce TP est l'occasion d'aborder des pratiques simples de microbiologie : préparation de milieux de cultures, ensemencement, et de s'intéresser à divers aspects : observation de la diversité, dénombrement, établissement de courbes de croissance.
- Division cellulaire (1 séance).	Étude de la mitose : réalisation d'une préparation microscopique, exploitation de lames et de clichés à différentes échelles. Les observations relatives à la méiose sont vues à l'occasion de l'étude des sporanges (Filicophytes) ou des coupes d'anthere.
- Enzymologie (2 séances).	
• Étude cinétique d'une réaction, influence de deux paramètres (pH, température). • Exercices.	On réalise expérimentalement le suivi d'une réaction enzymatique. On se limite à des exercices portant sur des enzymes michaeliennes en présence ou non de différents types d'inhibiteurs.

Biologie des organismes (27 séances)

Les TP sont les lieux privilégiés pour appréhender de manière concrète la diversité et l'organisation du Vivant, ce qui passe par l'étude des organismes aux différentes échelles d'observations. On aura le souci de relier en permanence les approches morphologiques, anatomiques et histologiques à la biologie de l'organisme étudié. Les activités proposées dans les différents travaux pratiques sont généralement limitées à certains aspects biologiques et/ou systématiques. Seules ces activités sont exigibles ; elles n'interdisent cependant pas, au cours de la séance, d'autres observations ou manipulations permettant de comprendre les plans d'organisation et de soutenir le cours.

La diversité des Métazoaires et les grands plans d'organisation (10 séances).	
- Vertébrés.	L'étude de la morphologie et des différentes étapes de la dissection d'un vertébré permettent de dégager les notions de plan d'organisation, d'appareils et d'organes dans leurs relations anatomiques.
• Souris (2 séances).	Morphologie générale, organes de la région thoracique, dissection de l'appareil digestif, des appareils urinaires et génitaux, organisation générale de l'encéphale en place.
• Organisation comparée de deux appareils respiratoires : grenouille et poisson (1 séance).	La relation avec l'appareil circulatoire est envisagée. Elle se limite à l'observation du cœur et des départs des troncs artériels. On ne réalise pas d'injections.
- Mollusques (moule et escargot) (1 séance).	Coquille, animal hors de sa coquille, cavité palléale. Organisation des branchies de la Moule. Il s'agit d'une étude comparative qui ne vise pas à dégager toutes les caractéristiques du plan d'organisation des Mollusques. Les caractéristiques anatomiques et fonctionnelles des différents appareils ne sont pas au programme.
- Arthropodes (2 séances : criquet, écrevisse)	Morphologie générale du criquet, pièces buccales, extraction et montage de trachées. Morphologie générale de l'écrevisse, mise en évidence du système nerveux. La nomenclature des appendices est au programme mais celle des différents articles d'un appendice est exclue.
- Insectes (2 séances : 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.
- Annélides (Polychètes : Néréis, arénicole) et autres vers (Planaires, Ascaris) (1 séance).	Morphologie générale, étude de coupes transversales commerciales.
- Développement embryonnaire et post-embryonnaire de la grenouille (1 séance).	La séance s'appuie sur l'observation de matériel fixé ou frais, et de photographies à différentes échelles.
La diversité des types cellulaires animaux (3 séances) : histologie des Mammifères.	Ces études sont conduites en relation avec les parties de cours concernant la diversité du Vivant abordée à l'échelle cellulaire et à l'échelle de l'organisme. On se fonde sur l'observation de préparations microscopiques de : peau, intestin grêle, pancréas, vaisseaux sanguins, frottis sanguin, poumon, tissus musculaires striés squelettique et cardiaque, tissu musculaire lisse, tissu nerveux (coupe transversale de nerf, fibres en vue longitudinale, coupe de moelle épinière), ovaire et testicule.
Champignons (1 séance).	Observations d'une moisissure (Rhizopus par exemple), d'asques et de structures reproductrices d'un Ascomycète, du carpophore d'un Basidiomycète. Les structures reproductrices observées sur ces champignons sont intégrées dans des cycles biologiques simples, non exigibles en dehors d'une activité d'observation.
La diversité des organismes végétaux (13 séances).	Les observations réalisées sur l'appareil végétatif et reproducteur permettent de préciser les critères de classification des organismes étudiés. Les structures reproductrices observées sont également intégrées dans des cycles biologiques, non exigibles en dehors d'une activité d'observation.
- "Algues" pluricellulaires (1 séance).	On se limite à des algues marines permettant de présenter la diversité morphologique et cellulaire des thalles : Ulvophytes (ulve), Straménopiles (fucus), Rhodobiontes (Polysiphonia). Préparations et observations des structures reproductrices du fucus.
- Bryophytes (1 séance).	L'étude des Bryophytes se limite au seul exemple du Polytrich. Organisation morphologique et anatomique du pied feuillé, préparations et observations de corbeilles et de capsules.

- Filicophytes (1 séance).	L'étude des Filicophytes se limite au seul exemple du Polypode. Organisation morphologique et anatomique du pied feuillé, préparations et observations de sporanges et spores, de prothalles. Cette étude s'accompagne de la détermination de quelques fougères à l'aide d'une flore simple.
- Conifères (Pinophytes) (1 séance).	L'étude des Conifères se limite au seul exemple d'un pin. Organisation morphologique et anatomique du pied feuillé, observations de cônes à différentes échelles. Cette étude s'accompagne de la détermination de quelques conifères à l'aide d'une flore simple.
- Organisation de l'appareil végétatif des Angiospermes (4 séances).	L'étude de l'organisation générale a pour objet de faire apparaître les caractères morphologiques distinguant les Monocotylédones et les Dicotylédones, les appareils végétatifs herbacés et ligneux..
• Morphologie.	Analyse des ramifications des tiges ou rameaux. Observation de la structure des bourgeons
• Anatomie, tissus végétaux. Anatomie des tiges, racines, feuilles. Tissus végétaux. Structures primaires, structures secondaires.	Préparation de coupes transversales de racines, entre-nœuds de tiges, limbe foliaire et coloration par le carmin-aluné vert d'iode. Identification des divers tissus d'une coupe. Analyse du fonctionnement des assises génératrices. Reconnaissance de la nature de l'organe et éventuellement de ses caractères en rapport avec la position systématique (Mono ou Dicotylédone). Ces études morphologiques et anatomiques permettent de préciser la nature des organes de réserves utilisés couramment dans l'alimentation.
- Organisation et biologie florale des Angiospermes (3 séances).	Sont attendues : - en première année, la présentation des différentes pièces florales, l'analyse de fleurs en vue de l'établissement de la formule florale et du diagramme floral. La représentation conventionnelle de la coupe longitudinale n'est pas au programme. - en seconde année, l'observation de coupes d'étamines et de pistil en relation avec la biologie florale. Ces travaux pratiques sont l'occasion d'une initiation à l'utilisation d'une flore simple, qui sera poursuivie lors des stages sur le terrain.
- Graines, fruits, germinations chez les Angiospermes (2 séances).	Il s'agit de reconnaître ce qui caractérise une structure de graine et une structure de fruit. La reconnaissance des particularités des ovules ou de l'ovaire qui ont donné naissance à la graine et au fruit n'est pas exigée. On se limite à la distinction graines à albumen / graines sans albumen, et à la présentation des principaux types de fruits.

Sciences de la Terre

Les travaux pratiques de sciences de la Terre permettent de construire les démonstrations du cours à partir d'observations (cartes, photographies, échantillons,...), ainsi que des acquis des deux stages sur le terrain. Ils mettront en évidence les différences de taille et de nature des objets en sciences de la Terre. Les documents montrent la diversité des méthodes utilisées et la complémentarité des informations obtenues. Ces travaux pratiques s'attachent également à intégrer les résultats acquis en physique et en chimie à l'étude du globe terrestre. Les séances consacrées à l'étude de grandes structures géologiques permettent de confronter toutes ces observations et de dégager les caractéristiques géodynamiques, géophysiques, magmatiques et sédimentologiques de ces structures.

<p>1. Les principaux minéraux et roches constitutifs des enveloppes terrestres (2 séances)</p>	<p>Il ne s'agit pas d'une étude systématique ni exhaustive des minéraux et des caractéristiques de ces roches ; néanmoins, l'analyse fine d'échantillons et l'observation de documents photographiques de microscopie permettent d'identifier les principaux minéraux et les principales roches de la croûte et du manteau.</p> <p>On montre également l'importance des structures dans la reconstitution de l'histoire d'une roche. Les minéraux présentés sont : quartz, feldspath alcalin, plagioclase, mica, olivine, pyroxène, amphibole et calcite. Les roches étudiées sont : péridotite, basalte, gabbro, granodiorite, granite, andésite, rhyolite, schiste, micaschiste, gneiss, calcaire, grès, pélite.</p> <p>On peut choisir de présenter certaines de ces roches en relation avec leur contexte géologique (point 4). On replace les roches magmatiques étudiées dans la classification de Streckeisen.</p> <p>L'importance des structures dans la reconstitution de l'histoire d'une roche est exploitée lors de l'étude des grandes structures géologiques.</p> <p>Les observations minéralogiques et pétrologiques sont reliées aux principales caractéristiques chimiques établies en cours lors de la réalisation d'un bilan chimique des enveloppes terrestres.</p>
<p>2. L'approche géophysique du globe (2 séances) Cartes d'anomalies gravimétriques, cartographie du géoïde en domaine océanique, documents de tomographie sismique, documents de sismique-réfraction et sismique-réflexion, exercices d'isostasie, analyses de données cinématiques à l'aide des anomalies magnétiques, des cartes des mécanismes au foyer et des techniques satellitales.</p>	<p>Les diverses approches géophysiques pourront faire l'objet d'exercices spécifiques ou intégrés à l'étude des grandes structures géologiques. L'étude des variations de grande longueur d'onde de la surface des océans n'est pas au programme.</p>
<p>3. Représentation cartographique de la Terre aux différentes échelles (2 séances)</p>	<p>On montre l'apport des données satellitales et la diversité d'échelle des représentations cartographiques. L'étude de la carte géologique de France au 1/10^e permet de se familiariser avec sa légende et montre les grands ensembles géologiques (massifs anciens, bassins sédimentaires, chaînes récentes). Elle constitue un support à l'étude des grandes structures en 2^e année. L'exploitation de cartes à différentes échelles et notamment à 1/50 000 permet une initiation à la reconnaissance des structures tabulaires ou déformées (plis et failles).</p>
<p>4. Étude de grandes structures géologiques (8 séances)</p>	
<ul style="list-style-type: none"> - Étude d'une dorsale (1 séance). - Étude d'une marge active (1 séance). - Étude d'une marge passive (1 séance). 	<p>En première année, cette étude s'appuie sur des documents cartographiques et permet d'intégrer les acquis de la géophysique. L'analyse pétrographique est réalisée à l'aide d'échantillons et de photographies de lames minces (reconnaissance des structures).</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Un massif ancien et ses bordures (1 séance). - Une chaîne récente : les Alpes (3 séances). - Un bassin sédimentaire (1 séance). 	<p>En seconde année, cette étude est effectuée aux différentes échelles à l'aide de cartes (du 1/10^e au 1/50000), d'échantillons et de photographies (paysages, affleurements, roches, lames minces) ; elle s'appuie également sur les acquis géophysiques de première année.</p> <p>Les roches métamorphiques étudiées sont, outre les schistes, micaschistes et gneiss, les migmatites, les schistes bleus et les éclogites.</p> <p>Pour Les Alpes, on se limite à la partie de la chaîne visible sur la carte géologique de France au 1/10^e.</p>