

## SCIENCES DE LA VIE-SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS

Le programme de l'agrégation des sciences de la vie-sciences de la Terre et de l'Univers est rédigé en considérant les trois secteurs du champ disciplinaire :

- secteur A : biologie et physiologie cellulaires, biologie moléculaire ; leur intégration au niveau des organismes ;
- secteur B : biologie et physiologie des organismes et biologie des populations, en rapport avec le milieu de vie ;
- secteur C : sciences de la Terre et de l'univers, interactions entre la biosphère et la planète Terre.

Ce programme est aussi structuré en niveaux :

- le programme de spécialité, qui définit le secteur, porte sur des connaissances du niveau de la maîtrise universitaire, et concerne les 1<sup>ère</sup> et 3<sup>ème</sup> épreuves d'admission ;
- le programme de connaissances générales, qui porte sur des connaissances d'un niveau allant jusqu'à la licence universitaire, concerne l'ensemble des épreuves d'admissibilité et d'admission ;
- le programme annexe de questions d'actualité sur lequel peut porter l'entretien qui suit l'exposé de la 4<sup>ème</sup> épreuve d'admission.

Le programme de connaissances générales de chaque secteur fait partie du programme de spécialité du secteur. En conséquence, il apparaît en premier dans le texte qui suit. Les sciences de la vie sont présentées de façon groupée, la répartition entre secteurs A et B est indiquée à la fin de la présentation générale des sciences de la vie.

Les multiples facettes des SV-STU ne peuvent pas toutes être connues d'un candidat. Le programme limite donc le champ d'interrogation possible en occultant certaines questions et/ou en réduisant leur volume. Dans de nombreux cas, des exemples apparaissent qui semblent les plus appropriés, ce qui n'exclut pas d'en choisir d'autres en connaissant ceux qui sont explicitement indiqués.

### Programme de connaissances générales sciences de la vie

Outre la présentation des connaissances à posséder pour le concours, le programme général de SV doit être consulté en ayant présents à l'esprit trois impératifs :

- l'observation des objets et des phénomènes, héritée de l'histoire naturelle et/ou des sciences naturelles, est une obligation ;
- la démarche expérimentale nécessaire à l'explication des phénomènes doit être présente à tous les niveaux d'étude ;
- la conceptualisation à partir des données précédentes, qui s'applique à l'ensemble de la discipline, se doit d'être d'actualité tout en connaissant les limites éventuelles dans certains domaines et, dans quelques cas, des éléments d'histoire des sciences et d'épistémologie.

Il s'agit d'une discipline expérimentale. À cet égard, l'utilisation de systèmes-modèles, simplifiés, est requise. Cette démarche implique la connaissance des particularités du modèle en relation avec la question posée mais, dans la majorité des cas, il est exclu de connaître l'ensemble de la biologie de l'organisme et/ou de l'organe retenu même si les limites éventuelles à la généralisation des connaissances sont à retenir. Dans cette démarche expérimentale, des méthodes et/ou des techniques de base et utilisables dans les établissements d'enseignement sont à posséder parfaitement. Pour d'autres approches plus modernes et/ou difficiles à mettre en œuvre dans les établissements, les principes généraux doivent être connus que ce soit en vue des explications fournies dans la présentation d'une question, en limitant éventuellement la portée des observations en raison de l'aspect technique et/ou méthodologique, mais aussi afin d'être à même d'utiliser au mieux les multiples documents disponibles actuellement, très souvent accessibles aux élèves, provenant des matériels et/ou des techniques les plus modernes.

Les connaissances élémentaires de physique, chimie et mathématiques représentent également un pré-requis pour les candidats.

Le programme de connaissances générales comporte sept rubriques :

- 1 - La cellule, unité structurale et fonctionnelle du vivant
- 2 - L'organisme, une société de cellules
- 3 - Plans d'organisation du vivant. Phylogénie
- 4 - L'organisme dans son environnement
- 5 - Biodiversité, écologie, éthologie, évolution
- 6 - L'utilisation du vivant et les biotechnologies
- 7 - Éléments de biologie et de physiologie dans l'espèce humaine

La répartition entre les secteurs A et B est la suivante :

- secteur A : rubriques 1, 2, 6, 7.
- secteur B : rubriques 3, 4, 5, 7.

On ne s'étonnera donc pas de trouver des répétitions de thèmes et/ou d'exemples. Dans ce dernier cas, le choix du même exemple placé à plusieurs endroits du programme permet de l'alléger.

## 1 - La cellule, unité structurale et fonctionnelle du vivant

Méthodes et/ou techniques à connaître au moins sur le principe : microscopies, spectrophotométrie, immunochimie, immunofluorescence, électrophorèse, hybridation moléculaire, immunoempreinte, cytométrie de flux, séquençage, cristallographie, patch-clamp, radioisotopes, autoradiographie, etc.

Notions-Contenus	Précisions-Limites
<b>1.1 Éléments de physico-chimie du vivant</b>	
1.1.1 Constitution de la matière - Atomes, molécules - Liaisons chimiques - Propriétés de l'eau et de groupes fonctionnels - Polarité des molécules 1.1.2 Principales molécules biologiques - Glucides - Lipides - Acides aminés et protéines, nucléotides et acides nucléiques - Composés hémiques - Notion d'interactions intra et intermoléculaires 1.1.3 Thermodynamique élémentaire - L'énergie et ses formes. Énergie interne. Variation d'énergie libre - Cinétique des réactions. Loi d'action de masse. Potentiel d'oxydoréduction	Isotopes. Radioactivité. Molécules marquées Covalente, ionique, hydrogène. Énergie Acide, base, alcool, amine ; pH, pK, tampon Équation de Henderson-Hasselbach  Glucose, saccharose, amidon, glycogène Acides gras, glycérolipides, noyau stérol  Chlorophylles, hémoglobines, cytochromes  Prise en considération de la différence entre les conditions standards et les conditions in vivo
<b>1.2 Organisation fonctionnelle de la cellule</b>	
1.2.1 La théorie cellulaire 1.2.2 Les membranes cellulaires - Organisation et dynamique des membranes - Échanges transmembranaires - Jonctions cellulaires 1.2.3 La compartimentation cellulaire - Noyau, réticulum endoplasmique, Golgi, vacuole, lysosome, mitochondrie, chloroplaste  1.2.4 Le cytosquelette - Éléments constitutifs - Trafic intracellulaire - Motilité  1.2.5 La cellule et son environnement - Récepteurs membranaires et intégrines - Transduction des signaux : protéines G, seconds messagers - Interactions membrane plasmique-matrices extracellulaires (animale et végétale) - Communication cellule-cellule : plasmodesmes, jonctions communicantes	Rappels généraux Composition, structure, fluidité, trafic vésiculaire Échanges selon le(s) gradient(s) et contre le(s) gradient(s). Protéines membranaires (principe de fonctionnement. Le détail des structures et de la diversité n'est pas au programme général) : canaux ioniques, transporteurs (exemples du glucose : SGLT, Glut et de l'eau : aquaporines), pompes (Na <sup>+</sup> -K <sup>+</sup> /ATP dépendantes), translocation de protons  Transport axonal. Cyclose Contraction de la fibre musculaire squelettique. Flagelle des Eucaryotes  (La transduction des signaux au niveau génique est abordée dans la rubrique 1.4.4)
<b>1.3 Métabolisme cellulaire</b>	
1.3.1 Bioénergétique - « Valeur » énergétique des substrats - Variation d'énergie libre d'hydrolyse et rôle des nucléotides phosphates dans les transferts énergétiques - Coenzymes d'oxydo-réduction - Origine de l'ATP Couplage transfert d'électrons, translocation de protons et synthèse d'ATP - Utilisation de l'ATP 1.3.2 Enzymes et catalyse enzymatique - Enzymes, coenzymes, cofacteurs	Glucose, acides gras Couple ADP/ATP. Prise en compte de la différence entre les conditions standards et les conditions in vivo. Formes réduites et oxydées du NAD et du NADP Phosphorylations liées au substrat (glycolyse) Gradient de protons et ATP synthase. Chaîne respiratoire et oxydation phosphorylante. Chaîne photosynthétique et photophosphorylation acyclique (limitée aux Angiospermes)  Cinétique de Michaelis-Menten, cinétique allostérique, représentations graphiques La classification des

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vitesse de réaction, relations vitesse-substrat, affinité, vitesse maximale, spécificité</li> <li>- Contrôle de l'activité enzymatique</li> <li>1.3.3 Voies métaboliques</li> <li>- Anabolisme et catabolisme</li> <li>- Les grands types de réactions</li> <li>- Voies principales</li> <li>Composés initiaux et terminaux, bilans, principales étapes, localisations intracellulaire et tissulaire</li> <li>- Régulation des voies métaboliques</li> </ul>	<p>enzymes n'est pas au programme</p> <p>Transfert de groupement, oxydoréduction, Condensation, etc.</p> <p>Cycle de réduction photosynthétique du carbone (cycle de Calvin) et synthèse de l'amidon, glycogénogenèse, glycogénolyse, gluconéogenèse, glycolyse, cycle des acides tricarboxyliques (cycle de Krebs), <math>\beta</math>-oxydation, fermentation alcoolique et fermentation lactique</p> <p>Exemples : glycogénolyse et glycolyse</p>
<p><b>1.4 Information génétique de la cellule</b></p>	
<p>1.4.1 Le support de l'information génétique</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les acides nucléiques, supports de l'information génétique</li> <li>- L'ADN dans la cellule</li> <li>- Le gène, unité d'information génétique.</li> </ul> <p>Évolution de la notion de gène</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Organisation générale du génome chez les Procaryotes et les Eucaryotes</li> </ul> <p>1.4.2 Stabilité de l'information génétique</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Réplication de l'ADN</li> <li>- Mitose</li> <li>- Réparation</li> </ul> <p>1.4.3 Dynamique et variabilité de l'information génétique</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Méiose</li> <li>- Mutations</li> <li>- Réarrangement des gènes</li> <li>- Transformation, conjugaison et transductions chez les bactéries</li> </ul> <p>1.4.4 L'expression des gènes et son contrôle chez les Eucaryotes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Transcription, traduction</li> <li>- Maturation des ARN messagers</li> <li>- Maturation des protéines</li> <li>- Contrôle hormonal de l'expression du génome</li> </ul>	<p>Diversité des structures et de leur localisation (chromosomes, plasmides, ADN des organites)</p> <p>Structure des chromosomes, centromères, télomères, chromatine, caryotypes</p> <p>ADN codant et non codant</p> <p>Cas des dimères de thymine</p> <p>Mutations géniques et chromosomiques</p> <p>Exemple des immunoglobulines</p> <p>Cas de l'épissage</p> <p>Exemple d'une hormone ou d'une enzyme</p> <p>Exemple de la triiodothyronine</p>
<p><b>1.5 Le cycle cellulaire</b></p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Différentes étapes du cycle : G1, S, G2, mitose, cytotélerèse</li> <li>- Le contrôle du cycle cellulaire</li> <li>- La mort cellulaire programmée : modalités et déterminisme</li> <li>- Les dérèglements du cycle cellulaire</li> </ul>	<p>On se limitera aux cancers</p>
<p><b>1.6 Diversité des types cellulaires</b></p>	
<p>1.6.1 Particularités des cellules procaryotes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Organisation, comparaison avec une cellule eucaryote</li> <li>- Diversité du métabolisme bactérien</li> </ul> <p>1.6.2 Organisation fonctionnelle de quelques cellules différenciées</p> <p>1.6.3 Totipotence, détermination et différenciation cellulaires ; dédifférenciation et redifférenciation</p>	<p>Cellule du parenchyme palissadique foliaire, tube criblé, spermatozoïde, cellules musculaires squelettique et cardiaque et autres</p> <p>cellules citées dans le programme général</p>
<p><b>1.7 Systèmes biologiques subcellulaires</b></p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les virus : structure, génome, cycle répliatif et transmission</li> </ul>	<p>Cycle d'un bactériophage. Virus de la mosaïque du tabac. Virus de l'immunodéficience acquise humaine</p>

## 2 - L'organisme, une société de cellules

Notions-Contenus	Précisions-Limites
<b>2.1 La notion d'organisme</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Principes d'organisation : les colonies de cellules procaryotes (biofilms) et eucaryotes, l'état coenocytique, l'état pluricellulaire (tissus, organes, appareils ; notion d'individu)</li> <li>- Liquides extracellulaires des Métazoaires : nature, localisation, mise en mouvement, fonctions</li> <li>- Lignées germinale et somatique</li> </ul>	<p>Voir aussi 3.3</p> <p>Liquides interstitiel et coelomique, hémolymphe, sang et lymphes. Exemple de mise en mouvement : circulation des Mammifères (voir aussi 7.2.3)</p>
<b>2.2 L'origine de l'œuf</b>	
<p>2.2.1 Gamétogenèse</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aspects chromosomiques. (voir aussi 1.4.3)</li> <li>- Aspects cytologiques (enveloppes et réserves)</li> </ul> <p>2.2.2 Rapprochement des gamètes, mécanismes cellulaires et moléculaires de la fécondation</p> <p>2.2.3 Transmission et expression des gènes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cas des haploïdes</li> <li>- Cas des diploïdes : allélisme, dominance et récessivité, épistasie</li> <li>- Réalisation du phénotype sexuel à partir du génotype</li> </ul>	<p>Exemples : Vertébrés (Amphibiens, Mammifères), Angiospermes</p> <p>Exemples : Amphibiens, Insectes</p> <p>Exemples : Angiospermes, Oursins, Mammifères (voir aussi 7.4)</p> <p>Transmission d'un couple d'allèles, transmission de plusieurs couples d'allèles</p> <p>Levures, Drosophile, Vertébrés dont espèce humaine (voir aussi 7.4)</p>
<b>2.3 La construction des organismes (biologie du développement)</b>	Exemple des Amphibiens
<p>2.3.1 Les grandes étapes du développement embryonnaire. Inductions embryonnaires</p> <p>2.3.2 Les plans d'organisation : acquisition et diversité</p> <p>Rôles des gènes du développement</p> <p>2.3.3 La croissance</p> <p>2.3.4 Renouvellement cellulaire</p> <p>2.3.5 Mort cellulaire</p> <p>2.3.6 Les métamorphoses animales</p>	<p>Drosophile, Amphibiens, Arabidopsis</p> <p>Croissance discontinue : exemples pris chez les Insectes</p> <p>Croissance des Vertébrés : l'os long (voir aussi 7.2.1).</p> <p>Croissance des Angiospermes : méristèmes.</p> <p>Rôle de l'auxine</p> <p>Exemples : remodelage osseux, érythrocytes dans l'espèce humaine (voir aussi 7.1), zone génératrice libéro-ligneuse</p> <p>Au cours du développement embryonnaire et des métamorphoses (Insectes, Amphibiens)</p> <p>Sénescence chez les Angiospermes (exemple de la feuille)</p> <p>Insectes holométaboles, Amphibiens anoures</p>
<b>2.4 La communication intercellulaire</b>	
<p>2.4.1 La communication nerveuse</p> <p>2.4.2 La communication hormonale</p> <p>2.4.3 La communication dans les mécanismes de l'immunité</p>	<p>Neurone, tissu nerveux, synapses. Messages nerveux. Potentiels d'action, potentiels électrotoniques, Jonction neuro-musculaire ; couplage excitation-contraction</p> <p>Exemples : hormones thyroïdiennes, adrénaline, insuline, ecdystéroïdes, éthylène</p> <p>Présentation de l'antigène, CMH, récepteurs des cellules T, cytokines</p>
<b>2.5 Les principes de la défense de l'organisme</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- La défense immunitaire</li> <li>- L'hypersensibilité et la résistance systémique acquise des végétaux</li> </ul>	<p>Les cellules et les molécules du système immunitaire.</p> <p>La défense non spécifique.</p> <p>La défense spécifique</p>

## 3 - Plans d'organisation du vivant et phylogénie

Les candidats devront maîtriser les connaissances concernant :

- les méthodes actuelles de la systématique ;
- les grandes lignes de la classification phylogénétique des êtres vivants ;
- l'histoire évolutive de la lignée verte et des vertébrés, en s'appuyant sur des données génétiques et écologiques actuelles, mais aussi sur les enregistrements fossiles (voir programme STU) ;
- les principaux plans d'organisation, leur diversité et leur mise en place au cours du développement et de l'évolution.

Notions-Contenus	Précisions-Limites
<p><b>3.1 Les méthodes actuelles de la systématique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Principes des méthodes cladistique et phénétique : apport des données moléculaires.</li> <li>- Construction des arbres phylogénétiques, difficultés rencontrées et sources d'erreurs.</li> <li>- Le principe de parcimonie.</li> </ul>	<p>Les méthodes de maximum de vraisemblance ne seront pas approfondies.</p>
<p><b>3.2 La phylogénie du vivant</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les trois règnes du vivant : eucaryotes, eubactéries, <i>Archae</i>.</li> <li>- La structuration de l'arbre des Eucaryotes : exemple de la discussion de la notion de groupe écologique polyphylétique (champignon et algue).</li> <li>- L'origine endosymbiotique de la cellule Eucaryote.</li> </ul>	<p>L'étude peut s'appuyer sur la comparaison de l'agent du mildiou, de l'agent de la rouille (<i>Puccinia</i>, <i>Coprinus</i>, <i>Fucus</i>, <i>Ulva</i>) Position phylogénétique de quelques unicellulaires hétérotrophes (<i>Paramecium</i>, <i>Plasmodium</i>, foraminifères). Exemple de l'origine des plastides de la lignée verte.</p>
<p><b>3.3 Plans d'organisation des métazoaires</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Principaux plans d'organisation des métazoaires (symétries et polarités).</li> <li>- Acquisition des symétries et des polarités au cours du développement ; apports de la génétique du développement.</li> <li>- Organisation du milieu intérieur.</li> <li>- Arbre phylogénétique incluant les principaux phylums de métazoaires.</li> <li>- Chronologie des grandes étapes de l'évolution des Métazoaires.</li> <li>- Validité du critère morphologique : notions d'homoplasie et d'homologie.</li> <li>- Convergence évolutive et adaptation aux conditions environnementales.</li> </ul>	<p>Les organismes suivants pourront être étudiés : Éponge calcaire ou démosponge (un exemple), cnidaire (hydre), plathelminthe (planaire), bryzoaire, nématode (<i>Ascaris</i>), annélide (<i>Nereis</i>), crustacé (écrevisse), insecte (criquet), mollusques (moule, escargot), échinoderme, téléostéen, tétrapodes (grenouille, poulet, souris). Principaux gènes du développement impliqués dans la mise en place du plan d'organisation à partir de quelques exemples tels que drosophile, xénope, poulet. Les aspects moléculaires indispensables sont présentés en insistant sur les principes de la morphogenèse (gradients morphogénétiques, établissement des symétries et des polarités) et sur l'apport des gènes du développement à la compréhension de l'évolution (homologie moléculaire, origine du membre chridien, hétérochronies). Liquides extracellulaires des métazoaires, évolution du coelome. Phylums des éponges calcaires, cnidaires, brachiopodes, bryzoaires, plathelminthes, mollusques, annélides, nématodes, arthropodes, échinodermes, chordés et leurs principales subdivisions. Liaison avec les données de la paléontologie (faunes d'Ediacara et de Burgess, crises biologiques et extinctions évoquées dans le programme STU). Exemples possibles : les membres des vertébrés, les ailes, les organes de collecte de nourriture des métazoaires Exemple possible : la prise de nourriture</p>
<p><b>3.4 Les principaux groupes de la lignée verte (glaucophytes, rhodobiontes, chlorobiontes : algues vertes et embryophytes) et leurs adaptations aux conditions environnementales.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Principaux plans d'organisation et leur acquisition.</li> <li>- Classification des embryophytes.</li> </ul>	<p>Cette partie s'appuie sur des exemples représentatifs tels que : <i>Chlamydomonas</i>, <i>Ulva</i>, <i>Chara</i>, <i>Trentepohlia</i>, polytrich, polypode, pin, cycas ou ginkgo, une</p>



<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réponses adaptatives : poïkilohydrie, structures de soutien et de conduction.</li> <li>- Symbioses.</li> <li>- Cycles de développement comparés des embryophytes.</li> </ul>	<p>angiosperme. Gènes du développement chez <i>Arabidopsis thaliana</i> ; on se limitera à la structuration de l'apex caulinaire et à l'ontogenèse florale (gènes homéotiques). Mycorhizes-nodosités. Homologies des générations.</p>
---	---

## 4 - L'organisme dans son environnement

Les caractéristiques physico-chimiques des milieux aquatiques et aériens doivent être connues sur les plans qualitatif et quantitatif.

Le programme privilégie les approches intégratives et comparées de la physiologie.

L'approche intégrative (centrée sur l'organisme) permet d'étudier les adaptations aux conditions du milieu et leur dimension évolutive. L'approche comparée révèle chez des organismes apparentés des fonctionnements différents en liaison avec des modes ou des milieux de vie dissemblables. Les contraintes écologiques déterminant les convergences évolutives sont dégagées. L'argumentation peut se situer aux différentes échelles, de la molécule à l'écosystème.

Notions-Contenus	Précisions-Limites
<b>4.1 La nutrition des organismes</b>	
<p>4.1.1 Les formes de l'énergie. Besoins énergétiques et matériels des organismes.</p> <p>4.1.2 La nutrition des autotrophes : - assimilation du CO<sub>2</sub> par les végétaux photosynthétiques ;</p> <p>- les formes de l'azote et leur assimilation par les organismes ;</p> <p>- mycorhizes et nutrition hydrominérale des végétaux.</p>	<p>Autotrophie. Photo-autotrophie dans la lignée verte. Chimio-autotrophie (nitrification, méthanogenèse). Hétérotrophie. Sont au programme : la capture de l'énergie lumineuse, l'assimilation du carbone, les échanges gazeux et leurs variations, le bilan carboné au niveau de la plante entière, les photosynthèses de type C3, C4 et CAM et leurs conséquences écologiques. On se limitera à l'assimilation des nitrates par les végétaux verts et à la fixation de l'azote par les procaryotes libres et les nodosités des légumineuses. On n'entrera ni dans les détails du dialogue moléculaire entre les organismes du sol et les racines, ni dans l'étude de la co-évolution entre ces organismes.</p> <p>Voir aussi 3.4.</p>
<p>4.1.3 La prise de nourriture et la digestion des hétérotrophes : - prise de nourriture ; - appareil digestif et digestion chez les mammifères.</p> <p>- L'alimentation des ectoparasites et des mésoparasites (hématophagie, osmotrophie).</p> <p>4.1.4 Les réserves : - nature, synthèse, utilisation ; - mise en réserve postprandiale et mobilisation des réserves lors du jeûne chez l'Homme ; - réserves ovocytaires et extra-ovocytaires des vertébrés ; - réserves chez les angiospermes.</p>	<p>Voir aussi 3.3. Choix judicieux d'exemples pour une étude comparative de différents régimes alimentaires. Voir aussi 7.2.2.</p> <p>On se limitera à quelques exemples (moustique, sangsue, cestodes). Glycogène musculaire et hépatique, graisse blanche. Aspects circulatoires et régulation hormonale.</p>
<b>4.2 La réalisation des échanges avec le milieu</b>	
<p>4.2.1 Les échanges gazeux : - diffusion des gaz, première loi de Fick ;</p> <p>- les surfaces d'échanges gazeux (gaz-liquide, liquide-liquide) et leurs caractéristiques générales ;</p>	<p>Importance de la surface d'échange, de sa finesse, et du gradient de pression partielle. Notion de conductance. Seuls seront traités le tégument, les branchies (téléostéens, crustacés, lamellibranches), les poumons (mammifères), le système trachéen des insectes et les stomates des plantes.</p>

<p>- deuxième loi de Fick ; - maintien des gradients de pression partielle au niveau de l'échangeur ;</p> <p>- transport des gaz et pigments respiratoires. 4.2.2 Les échanges d'eau et de solutés : - l'élimination des déchets azotés chez les métazoaires ; - propriétés des principaux déchets azotés, répartition zoologique et intérêt adaptatif ; - principe de fonctionnement des organes excréteurs ; - équilibre hydro-électrolytique et milieux de vie des animaux (milieu marin, eau douce, milieu aérien). 4.2.3 Les végétaux en milieu terrestre et la gestion de l'eau.</p>	<p>Importance du débit et de la capacitance. On se limitera à la ventilation pulmonaire (vertébrés) et trachéenne (insectes), à la circulation d'eau au niveau branchial (lamellibranches, crustacés, téléostéens) et aux appareils circulatoires associés à ces échangeurs.</p> <p>On se limitera aux hémoglobines normales chez l'Homme.</p> <p>Étude des protonéphridies, tubes de Malpighi des insectes et reins des mammifères. Exemples des vertébrés marins, des téléostéens d'eau douce, des mammifères et insectes terrestres. Variations au cours du développement post-embryonnaire des amphibiens. Voir aussi 4.4.3</p> <p>Réhydratation hygroscopique, reviviscence. Absorption hydrominérale, contrôle du flux hydrique (stomates et régulation stomatique, adaptations morphologiques, anatomiques et physiologiques des xérophytes). Les sèves et leur circulation. Voir aussi 3.4</p>
<p><b>4.3 Perception du milieu, intégration et réponses. Squelette et port</b></p>	
<p>4.3.1 La perception de l'environnement : - diversité des canaux sensoriels des animaux et relation avec les modes et milieux de vie ; - perception de la gravité et gravitropisme chez les plantes.</p> <p>4.3.2 Intégration, réponse motrice et squelette des organismes mobiles : - les squelettes et la biomécanique associée ; - les différents types de systèmes nerveux ; - la motricité somatique et son contrôle.</p> <p>4.3.3 Architecture et port des embryophytes.</p>	<p>On étudiera plus particulièrement la vision.</p> <p>Test, squelette hydrostatique, exosquelette et endosquelette seront étudiés à l'aide d'un nombre réduit d'exemples représentatifs. Systèmes nerveux diffus, médullaires, ganglionnaires.</p> <p>Ramification, croissance en longueur et en épaisseur. Dominance apicale, ramification des ligneux, influence des facteurs du milieu.</p>
<p><b>4.4 Reproduction et cycles de développement</b></p>	
<p>4.4.1 Modalités de la reproduction La reproduction sexuée (y compris pour l'espèce humaine) : - la sexualisation des individus ; - le rapprochement des partenaires ; - diversité des modes d'appariement et de fécondation ; - viviparité, oviparité, ovoviviparité ;</p> <p>- la formation et le devenir du zygote des angiospermes (fruits et graines) ;</p> <p>- physiologie des semences sèches.</p> <p>La reproduction asexuée : principales modalités et conséquences sur les peuplements des milieux.</p> <p>Les significations écologiques et évolutives des reproductions sexuée et asexuée.</p>	<p>Diœcie, gynodiœcie, gonochorisme, hermaphrodisme. Fécondation externe / fécondation interne.</p> <p>Pollinisation. Autocompatibilité et autoincompatibilité (les mécanismes moléculaires de l'autoincompatibilité seront limités au type <i>Brassica</i>). Déshydratation, vie ralentie, dormances. Voir aussi 3.4. Bourgeonnement. Vie coloniale (cnidaires). Multiplication végétative naturelle (embryophytes et eumycètes).</p>

<p>4.4.2 Cycles de développement :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- l'alternance des phases sexuées et asexuées chez les formes libres ;</li> <li>- les cycles des parasites ;</li> </ul> <p>- phénologie et synchronisation du cycle de reproduction des végétaux ;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- larves et métamorphoses : dispersion, changement de plan d'organisation, diversité des niches écologiques.</li> </ul>	<p>Exemples possibles : <i>Plasmodium</i>, <i>Trypanosoma brucei</i>, <i>Schistosoma</i>, <i>Tænia</i>, <i>Ascaris</i>, rouille (<i>Puccinia</i>), mildiou. Germination des graines, dormance, maturité de floraison ; plantes annuelles, bisannuelles, pérennes.</p> <p>Étude des exemples suivants : les insectes (comparaison holométaboles / paurométaboles), et un anoure (le contrôle neuro-endocrine n'est pas au programme général).</p>
<p><b>4.5 Homéostasie</b></p>	
<p>4.5.1 Régulation de la glycémie à court terme.</p>	<p>On se limitera à l'Homme (voir aussi 7.3.2).</p>
<p>4.5.2 Thermorégulation : régulation des échanges de chaleur ; thermogenèse, thermolyse.</p>	<p>On se limitera à des exemples pris chez les vertébrés. (voir aussi 4.1.4).</p>

## 5 - Biodiversité, écologie, éthologie, évolution

L'approche mathématique élémentaire des modèles théoriques est au programme de connaissances générales ; des connaissances de base en statistiques et la maîtrise de formalisations telles que la loi de Hardy-Weinberg ou les modèles de Lotka et Volterra sont nécessaires.

Notions-Contenus	Précisions-Limites
<p><b>5.1 Histoire et concepts en évolution</b></p>	
<p>Conceptions pré-darwiniennes, révolution darwinienne, synthèse néo-darwinienne. La théorie scientifique de l'évolution. Notion de valeur sélective (fitness), de traits d'histoire de vie, d'adaptation. Les unités de sélection.</p>	<p>Sélection naturelle, sélection artificielle, sélection sexuelle, dérive, coévolution.</p> <p>Fécondité, âge à maturité, longévité, dispersion.</p> <p>Notions de « gène égoïste », de sélection de groupe.</p>
<p><b>5.2 Génétique</b></p>	
<p>5.2.1 Génétique formelle :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- aspects génétiques de la méiose et de la fécondation ;</li> <li>- transmission d'un couple d'allèles ;</li> <li>- ségrégation de plusieurs couples d'allèles ;</li> <li>- lois de Mendel.</li> </ul> <p>5.2.2 Génétique des populations :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- fréquences alléliques, fréquences génotypiques ;</li> <li>- régime de reproduction (panmixie, autogamie, consanguinité) ;</li> <li>- pressions évolutives (sélection, mutation, migration, dérive) ;</li> <li>- polymorphisme neutre (voir aussi 5.1) et sélectionné, cryptopolymorphisme.</li> </ul> <p>5.2.3 Génétique quantitative</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- héritabilité, hétérosis ;</li> <li>- origine des plantes cultivées.</li> </ul>	<p>Méthodes d'étude du polymorphisme (y compris marqueurs moléculaires). Exemples de la diversité des variétés des plantes cultivées, et des maladies génétiques humaines.</p> <p>Blé et maïs. (Voir aussi 6.4.5)</p>
<p><b>5.3 Biologie et écologie des populations - Écologie des communautés</b></p>	
<p>5.3.1 Biologie et écologie des populations</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Effectif des populations - Croissance et dynamique des populations</li> <li>- Répartition spatiale des populations : densité, dispersion. Concept de métapopulation</li> <li>- Polymorphisme et traits d'histoire de vie</li> </ul>	<p>Modèle exponentiel - modèle logistique</p>



<p>5.3.2 Écologie des communautés - Description des communautés (échantillonnage) et caractérisation des communautés (abondance, richesse, diversité) - Interactions entre espèces au sein des communautés : relations interspécifiques (compétition interspécifique, prédation, parasitisme et mutualisme) Dynamique des communautés : les successions écologiques</p>	<p>Notion de peuplement  Quelques indices descriptifs (Shannon, IBGN). Notion d'étagement Sont attendus les exemples classiques au sein des écosystèmes communs (forêts, ruisseau, océan, etc.) voir 5-6-2 Formalisme de Lotka et Volterra Évolution des étagements, peuplements pionniers, climaciques</p>
<p><b>5.4 Biologie du comportement animal</b></p>	
<p>Recherche et utilisation des ressources (biotiques et abiotiques). Interactions entre les individus (compétition, coopération). Communication (signaux ; fonctions ; adaptations aux contraintes environnementales et sociales). Comportement reproducteur (y compris soins aux jeunes). Systèmes sociaux des insectes et des vertébrés.</p>	<p>Les comportements sont étudiés sous les angles de l'ontogenèse, de leurs fonctions biologiques et de leur valeur adaptative (cf. N. Tinbergen). L'approche comparative sera privilégiée La notion de coûts / bénéfices est au programme</p>
<p><b>5.5 Biodiversité et biogéographie</b></p>	
<p>5.5.1 Définition, composantes et mesures de la biodiversité - Polymorphisme - Définitions de l'espèce - Écosystèmes (voir 5-6-2) 5.5.2 La spéciation et ses mécanismes - Spéciation allopatrique - Spéciation sympatrique - Cospéciation 5.5.3. Distribution spatiale des espèces - Notion de vicariance / d'endémisme - Modèle de la biogéographie insulaire - Grandes aires biogéographiques 5.5.4 Action de l'homme sur la biodiversité.</p>	<p>Voir 5.2.2 et 5.3.1 Concepts d'espèces biologiques, typologiques, phylogénétiques.  Exemple d'espèce en anneau Mécanisme de la spéciation sympatrique hors programme  Notion de barrière biogéographique</p>
<p><b>5.6 Écologie fonctionnelle - écosystèmes</b></p>	
<p>5.6.1 Notion d'écosystème et description fonctionnelle - Biomasse, production et productivité - Stocks et flux de matière et d'énergie 5.6.2 Exemples d'écosystèmes - Écosystèmes océaniques et terrestres - Comparaison d'un écosystème naturel et d'un agrosystème - Transferts de matière et d'énergie entre écosystèmes - Grands biomes 5.6.3 - Cycles biogéochimiques de l'eau, du carbone et de l'azote</p>	<p>Approche quantitative, méthodes et unités de mesure  Cette partie s'appuie sur des exemples représentatifs tels que : forêt, prairie, rivière, étang, zone océanique, zone de balancement des marées, montagne et tourbière</p>

## 6 - L'utilisation du vivant et les biotechnologies

Il convient de prendre en compte les problèmes posés par ces méthodes et leurs conséquences (économiques, écologiques, éthiques, etc.).

Notions-Contenus	Précisions-Limites
<p><b>6.1 Les produits biologiques, matières premières de l'industrie</b></p>	<p>Blé, raisin, lait, bois</p>
<p><b>6.2 Bases scientifiques des biotechnologies</b></p>	
<p>6.2.1 Le génie génétique</p>	
<p>6.2.2 La génomique</p>	<p>Clonage des gènes, hybridations moléculaires, amplification de l'ADN (PCR) Marqueurs génétiques moléculaires, empreintes génétiques. Principe du séquençage des génomes</p>

6.2.3 Les cultures in vitro - Cultures de cellules animales et végétales - Cultures bactériennes	
<b>6.3 Utilisation des micro-organismes dans l'industrie</b>	
6.3.1 Utilisation des micro-organismes dans la production de biomasse 6.3.2 Application des métabolismes microbiens. Rôle des micro-organismes dans les transformations industrielles 6.3.3 Les substances d'intérêt issues des micro-organismes - Utilisation des enzymes microbiennes - Production de métabolites naturels - Production de protéines recombinantes	Bactéries, levures  Fermentations industrielles, alimentaires  Exemple de la Taq polymérase Antibiotiques, vitamines
<b>6.4 Biotechnologie des plantes et des animaux</b>	
6.4.1 Méthodes de clonage ; conservation de la structure génétique 6.4.2 Induction d'une variabilité génétique par mutagenèse artificielle  6.4.3 Les biotechnologies de l'embryon 6.4.4 Les transformations génétiques - Principe et technique - Éléments sur les applications agronomiques, industrielles, médicales ; éléments sur les risques de propagation des transgènes dans l'environnement et pour la santé humaine 6.4.5 Sélection assistée par marqueurs moléculaires	Micropropagation : méristèmes, bourgeons Exemples : pomme de terre, orchidées  Insémination artificielle chez les animaux Pollinisation artificielle chez les végétaux Androgenèse On se limitera à l'exemple d'Agrobacterium tumefaciens et de son utilisation chez les plantes  Notion de Quantitative Trait Loci (QTL)

## 7 - Éléments de biologie et de physiologie dans l'espèce humaine.

Le contenu des programmes de l'enseignement secondaire justifie cette rubrique. Commune aux deux secteurs A et B, elle devra être abordée à tous les niveaux d'intégration, de la molécule (sauf indication de limite) aux populations. On s'appuiera également sur l'utilisation raisonnée des approches pathologiques.

Notions-Contenus	Précisions-Limites
<b>7.1 Le corps humain</b>	
- Anatomie élémentaire topographique, macroscopique, systémique - Compartiments liquidiens	Organes, systèmes et appareils. Principes des méthodes d'étude non invasive du corps humain Volumes et compositions (voir aussi 2.3.4)
<b>7.2 Échanges de matière et d'énergie entre l'organisme et le milieu et à l'intérieur de l'organisme</b>	
7.2.1 Les besoins de l'organisme et leur couverture - La dépense énergétique et ses variations. Calorimétrie. Métabolisme basal et variations. - La couverture des besoins par l'alimentation chez l'adulte . lors de la croissance 7.2.2 Digestion, absorption, transport et devenir des nutriments - Digestion et absorption Les phases : localisation, chronologie des phénomènes, sécrétions exocrines et endocrines Absorption et transport des nutriments Devenir des nutriments. Réserves. Ajustements des voies métaboliques entre les repas  7.2.3 La circulation - Le cœur : activités mécanique et électrique, contrôle - Les vaisseaux :	Principes (voir aussi 1.3). Mesures et valeurs Thermorégulation : voir aussi 7.5 Aspects quantitatifs et qualitatifs. Nutriments indispensables. Vitamines. Oligo-éléments Balance azotée. La croissance osseuse, rôle des hormones (le mode d'action cellulaire n'est pas attendu) Un exemple de cellule sécrétrice : la cellule pancréatique exocrine  Phase post-prandiale. Phases du jeûne. État hormonal et voies métaboliques (le détail n'est pas au programme)  Vasomotricité, répartition du débit cardiaque Voir aussi 7.5.2

<ul style="list-style-type: none"> <li>. organisation fonctionnelle des différents segments</li> <li>. circulations locales</li> <li>- La pression artérielle : définition, variations et régulation à court terme par le baroréflexe.</li> <li>- Ajustements aux besoins de l'organisme et aux variations du milieu</li> </ul> <p>7.2.4 La respiration</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La ventilation</li> <li>- Transport des gaz respiratoires par le sang</li> <li>- Échanges gazeux alvéolo-capillaires et tissulaires</li> <li>- Ajustements de la ventilation au cours de l'exercice physique</li> </ul> <p>7.2.5 L'excrétion</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fonctionnement du néphron</li> <li>- Participation du rein au maintien de l'équilibre hydro-sodé</li> </ul>	<p>Les aspects moléculaires et expérimentaux approfondis ne sont pas au programme général Voir aussi 7.5.2</p> <p>Quelques méthodes d'exploration fonctionnelle : clairance, microponctions, etc.</p>
<b>7.3 Neurobiologie et endocrinologie</b>	
<p>7.3.1 Neurobiologie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le tissu nerveux. Le message nerveux</li> <li>- Organisation structurale et fonctionnelle du système nerveux (compléments de 7.1)</li> <li>- Fonctions sensorielles. Principes généraux : stimulation, réception, transduction, codage, conduction</li> <li>- Contrôle de la posture</li> </ul> <p>7.3.2 Endocrinologie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Exemples de la reproduction et de la régulation à court terme de la glycémie</li> </ul> <p>7.3.3 Relations entre système nerveux et système endocrine : complexe hypothalamo-hypophysaire</p>	<p>Systèmes nerveux central et périphérique : mise en place chez l'embryon, organisation et fonctionnement chez l'adulte (on se limitera au réflexe myotatique)</p> <p>Complexe hypothalamo-hypophysaire</p>
<b>7.4 Activité sexuelle et procréation</b>	
<p>7.4.1 Différenciation sexuelle, puberté, maturité, ménopause</p> <p>7.4.2 Fonctions exocrine et endocrine des testicules et des ovaires</p> <p>7.4.3 Grossesse, accouchement, lactation</p>	<p>Spermatogenèse, transport des spermatozoïdes. Ovogenèse, cycle ovarien, cycle menstruel. Contraception, contragestion Interventions hormonales. Échanges foéto-maternels majeurs. Suivi de la grossesse Diagnostic prénatal</p>
<b>7.5 Homéostasie, régulations et réponses intégrées de l'organisme</b>	
<p>7.5.1 Exemples de grandes régulations et de leur perturbation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Régulation à court terme de la glycémie (insuline/glucagon)</li> <li>- Thermorégulation</li> <li>- Concept général de régulation</li> </ul> <p>7.5.2 Exemples de réponses adaptatives de l'organisme</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ajustements et adaptations respiratoires et cardio-vasculaires à l'exercice physique.</li> <li>- Effets de l'entraînement</li> </ul>	<p>On pourra aussi s'appuyer sur les exemples rencontrés dans le reste du programme</p>
<b>7.6 Santé et société</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diabète</li> <li>- Obésité</li> <li>- Alcoolisme</li> </ul>	<p>Voir aussi 7.2.2 Foie et détoxification. Lésions</p>
<b>7.7 L'homme face aux maladies</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maladies infectieuses (origine bactérienne et virale. Maladies parasitaires)</li> <li>- Maladies génétiques ou résultant d'interactions</li> </ul>	<p>Exemples : grippe, tuberculose, maladies sexuellement transmissibles (MST),</p>

entre gènes et environnement, maladies métaboliques  
- Éléments relatifs à la prophylaxie et à la thérapeutique  
(prévention, antibiothérapie, vaccinothérapie,  
sérothérapie, dépistage, médicaments, etc.)

Paludisme  
Exemples : thalassémies, cancers, diabète, obésité

## Sciences de la Terre et de l'Univers

Le programme de connaissances générales est fondé sur une bonne connaissance des principaux objets et des processus géologiques à l'échelle mondiale et du territoire national (métropole et outre-mer). Ainsi, les candidats doivent connaître les grands traits de l'évolution de la planète Terre (continents et océans) en s'appuyant sur des documents incontournables tels que la carte géologique du monde, les cartes des fonds océaniques, la carte géologique de l'Europe et la carte géologique de la France à 1/1 000 000 (6ème édition 1996 et 6ème édition révisée en 2003).

Les candidats doivent, par ailleurs, maîtriser les bases des principales disciplines des sciences de la Terre : géophysique, minéralogie et pétrologie, géochimie, tectonique, sédimentologie, paléontologie. Les méthodes ou techniques qui servent ces disciplines et qui s'appliquent aux enveloppes internes et externes doivent être connues dans leurs principes élémentaires. On retiendra en particulier :

- l'identification macroscopique et microscopique des principaux minéraux, roches magmatiques, métamorphiques et sédimentaires, minerais indispensables à la compréhension des grands phénomènes géologiques inscrits au programme ;
- l'identification macroscopique et/ou microscopique des principaux fossiles et ichnofossiles (bioturbations), présentant un intérêt stratigraphique, paléo-environnemental, ou un intérêt pour la reconstitution de l'histoire de la biosphère ;
- la lecture des cartes géologiques et la réalisation de coupes, de schémas structuraux et de bloc-diagrammes simples (passage 2D-3D) ;
- l'analyse de documents satellitaires usuels : images dans le visible et l'infra-rouge, radar ;
- la lecture et l'interprétation de documents géographiques et géophysiques usuels (cartes topographiques et bathymétriques, cartes de réflectivité des fonds marins, profils sismiques et sismogrammes, cartes d'anomalies magnétiques et gravimétriques, cartes d'altimétrie satellitaire, documents de tomographie sismique, cartographie des mécanismes au foyer, etc.) ;
- l'interprétation des analyses géochimiques (majeurs, traces, isotopes stables et radiogéniques), en liaison avec les types d'objets étudiés (roche/minéral magmatique ou métamorphique, test de foraminifère, fluides interstitiels, etc.) ;
- la lecture de diagrammes de phase associée à une compréhension des trajets suivis par une roche lors de la cristallisation, fusion ou de transformations à l'état solide.
- les bases théoriques essentielles de la géochronologie relative et absolue (dans les limites énoncées plus loin) et le découpage des temps géologiques qui en est déduit.

Ces connaissances méthodologiques s'appuient sur une maîtrise des grands principes de la physique et de la chimie indispensables en sciences de la Terre, notamment dans les domaines de la mécanique des solides et des fluides, des champs de potentiel (magnétisme et gravité), de l'optique, de la thermodynamique et de la chimie des solutions. Enfin, il est souhaitable, dans quelques cas, de faire appel à l'évolution des idées dans le domaine des sciences de la Terre.

Le programme de connaissances générales comporte quatre grandes rubriques :

- 1 - La Terre actuelle ;
- 2 - Le temps en sciences de la Terre ;
- 3 - L'évolution de la planète Terre ;
- 4 - Gestion des ressources et de l'environnement.

## 1- La Terre actuelle

Notions-Contenus	Précisions-Limites
<b>1.1 La planète Terre dans le système solaire</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Structure et fonctionnement du Soleil et des planètes</li> <li>- Spécificité de la planète Terre</li> <li>- Météorites et différenciation chimique des planètes telluriques</li> </ul>	<p>L'étude se limitera à la composition des planètes et des atmosphères planétaires, ainsi qu'à leur activité interne. La connaissance du mouvement des planètes se limitera aux lois de Kepler</p>
<b>1.2 Forme et structure actuelles de la Terre</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- La mesure du relief de la Terre, les relations entre topographie et gravimétrie. Les grands ensembles morphologiques</li> <li>- Les apports de la gravimétrie : la masse de la Terre et des planètes telluriques, l'ellipsoïde et le géoïde, les anomalies gravimétriques</li> <li>- Les apports de la sismologie : les principales enveloppes internes, croûte, manteau, noyau, etc., les anomalies de temps d'arrivée et la tomographie sismique</li> <li>- La notion de lithosphère, lithosphère thermique et lithosphère mécanique</li> <li>- Les enveloppes externes (hydrosphère, atmosphère)</li> </ul>	<p>On mettra en évidence les différentes longueurs d'onde des ondulations du relief et du géoïde et on fera la relation avec la géodynamique interne</p> <p>On veillera à ce que la notion d'anomalie (gravimétrique, magnétique, de vitesse sismique) soit bien comprise comme la différence entre la mesure réelle et un modèle <i>a priori</i> qui correspond à la structure au premier ordre (PREM pour les anomalies de vitesse sismique, l'ellipsoïde pour le champ de pesanteur, etc.).</p> <p>La lithosphère sera présentée comme une couche limite thermique dans le processus de convection mantellique.</p>
<b>1.3 Géodynamique externe</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Distribution de l'énergie solaire dans l'atmosphère et à la surface de la Terre. Effet de serre. Bilan radiatif et énergétique du système Terre</li> <li>- Circulations atmosphérique et océanique</li> <li>Couplage océan-atmosphère</li> <li>- Cycle de l'eau (échanges entre les différents réservoirs ; quelques exemples de réservoirs d'eau douce et des problématiques associées)</li> <li>- Géomorphologie continentale et océanique ; mécanismes d'érosion, d'altération et de transport ; sédimentation actuelle</li> <li>- Rôles de la vie dans la genèse des sédiments actuels et anciens et impact sur le fonctionnement géochimique globale de la Terre</li> <li>- Compaction des sédiments et diagenèse</li> </ul>	<p>Les développements théoriques sur la force de Coriolis ne sont pas au programme</p> <p>On se limitera à l'étude de l'influence de la lithologie et du climat</p>
<b>1.4 Géodynamique interne du globe</b>	
<p>Le champ magnétique terrestre et la dynamique du noyau</p> <p>Le manteau de la Terre : composition, stratification, hétérogénéité, chaleur, dynamique (convection et tectonique des plaques, convection et panaches), les causes de la fusion du manteau (rifts, dorsales, points chauds, zones de subduction), l'apport de la pétrologie expérimentale à haute pression.</p> <p>Mobilité horizontale de la lithosphère, la tectonique des plaques, cinématique relative : la dérive des continents (observations et hypothèses), le flux de chaleur aux dorsales et l'hypothèse de l'expansion des fonds océaniques, la répartition des séismes, le paléomagnétisme et les anomalies magnétiques symétriques et la mesure de la vitesse d'expansion, la géométrie des failles transformantes et la rigidité des plaques, les mécanismes au foyer des séismes et les vecteurs glissement, la cinématique des points triples, les</p>	<p>On précisera les principaux paramètres qui définissent le champ magnétique (dipôle, inclinaison, déclinaison) et les différentes longueurs d'onde de variations du champ au cours du temps, les inversions</p> <p>Les principaux paramètres que contient le nombre de Rayleigh seront explicités</p> <p>Les principes de base de la géodésie spatiale sont au programme mais pas les méthodes de calcul</p>



<p>modèles cinématiques globaux. La géodésie terrestre et satellitaire. Cinématique instantanée et cinématique finie, les reconstructions. Cinématique absolue, les différents repères</p> <p>Les séismes et les failles actives : répartition, magnitude, mécanismes au foyer, vecteurs glissement, temps de récurrence et modèle du rebond élastique, failles actives et géomorphologie, méthodes de datation.</p> <p>Divergence de plaques : du rift continental à la dorsale. Structure et évolution des rifts continentaux et des marges passives. Les différents types de marges passives. La transition continent-océan. Genèse de la croûte océanique aux dorsales. Aspects magmatiques, tectoniques, hydrothermaux. Le modèle ophiolitique. Les différents types de segmentation des dorsales. Évolution thermo-mécanique de la lithosphère océanique.</p> <p>Limites de plaques décrochantes et grands décrochements intracontinentaux : exemples continentaux et océaniques. Géométrie, sismicité, thermicité, relief, rôle dans la cinématique.</p> <p>Convergence de plaques, subduction, obduction, collision et phénomènes associés. Morphologie des panneaux plongeants et leur dynamique. Évolution pétrologique de la lithosphère subduite. Métamorphisme et transfert de fluides. Genèse des magmas en zone de convergence, arcs, arrière arc et collision. Le recyclage mantellique. Subduction et tectonique, bassins arrière arc, cordillères, etc. Mise en évidence et dynamique de l'obduction, les ophiolites et la marge passive chevauchée. Sutures ophiolitiques. Géométrie et cinématique des chaînes de collision. Processus d'épaississement crustal. Rôle du manteau. Métamorphisme et exhumation. Les grands décrochements associés à la collision.</p> <p>Interactions entre processus géodynamiques internes et externes : érosion, climat et orogénèse, genèse des sédiments terrigènes</p> <p>Processus tardi- ou post-orogéniques : équilibre entre forces de volume et forces aux limites, les principales structures mises en jeu, quelques exemples caractéristiques.</p>	<p>Quelques exemples de séismes majeurs doivent être connus</p> <p>On veillera à bien connaître un nombre limité d'exemples régionaux pour pouvoir argumenter les principaux points du programme sur des cas réels. Les exemples les plus emblématiques (les principales dorsales, Alpes, Himalaya-Tibet, Faille de San Andreas, Méditerranée, Andes, etc.) doivent être connus.</p> <p>Les méthodes d'étude de la déformation des roches à toutes les échelles, des contraintes pression-température ainsi que les méthodes radiochronologiques sont supposées connues.</p> <p>Les principaux paramètres qui contrôlent la rhéologie des matériaux lithosphériques et les méthodes de mesure et de modélisation sont également supposés connus.</p> <p>La notion de contrainte est supposée connue et l'analyse quantitative se limitera à l'utilisation du cercle de Mohr</p> <p>Les principes de base de la thermobarométrie doivent être connus. La notion de faciès métamorphique et l'évolution des paragenèses pour les chimies de roches principales font également partie du programme. Les chemins pression-température-temps-déformation seront utilisés pour contraindre l'évolution des édifices géologiques.</p>
<p>Désépaississement lithosphérique dans les chaînes de collision. Érosion et genèse des sédiments terrigènes et chimiques En zone intraplaque : points chauds</p>	<p>L'importance volumique des plateaux océaniques sera soulignée</p>

## 2 - Le temps en sciences de la Terre : âges, durées et vitesses des processus géologiques

<b>2.1 Chronologie relative, continuité/discontinuité</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bases stratigraphiques et sédimentologiques de la chronologie relative</li> <li>- Principes de la biostratigraphie. Notion de taxon index et de biozone</li> <li>- Approches physiques et chimiques de la stratigraphie : sismostratigraphie et bases de la stratigraphie séquentielle, rythmostratigraphie, magnétostratigraphie</li> </ul>	<p>On se limitera à quelques méthodes de biozation (macro, micro, nanofossiles)</p> <p>Le traitement des données sismiques n'est pas au programme. On ne traitera pas de l'analyse spectrale des cyclicités sédimentaires</p> <p>On présentera le principe de l'enregistrement des inversions magnétiques au sein des roches</p>
<b>2.2 Géochronologie absolue</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Radiochronologie</li> </ul>	<p>On présentera le principe de la datation à l'aide du couple Rb/Sr et de l'isotope cosmogénique <sup>14</sup>C. On étudiera notamment la construction et l'exploitation d'une isochrone Rb/Sr. On se limitera à la simple utilisation des couples U/Pb. La diversité des autres couples utilisés et les raisons de leur choix sont l'objet du programme de spécialité</p>
<b>2.3 Synthèse</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mise en corrélation des différents marqueurs chronologiques</li> <li>- L'échelle des temps géologiques et la signification des différents types de coupures</li> <li>- Durée et vitesse des phénomènes géologiques : rythmes, cycles et événements</li> </ul>	<p>La succession et la durée des ères et des systèmes doivent être acquises, mais la connaissance exhaustive des étages n'est pas requise</p>

## 3 - L'évolution de la planète Terre

<b>3.1 L'évolution précoce de la planète Terre</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'univers et les grandes étapes de la formation du système solaire</li> <li>- Différenciation chimique : formation du noyau et du manteau primitif. Dégazage du manteau, formation de l'atmosphère et de l'hydrosphère primitives. Chronologie et ordre de grandeur des durées pour ces différentes étapes.</li> <li>- Genèse de la croûte continentale</li> <li>- Particularités de la géodynamique archéenne : flux de chaleur, fusion et composition des magmas (TTG, komatiites)</li> </ul>	<p>On se limitera à mentionner l'existence de la nucléosynthèse et les étapes conduisant à la formation de la planète Terre. On présentera les données géochimiques fournissant des contraintes temporelles sur la durée de ces étapes</p> <p>On s'attachera à montrer l'importance des arguments géochimiques et à replacer la genèse de la croûte continentale dans le cadre de l'histoire générale du globe terrestre</p>
<b>3.2 Enregistrements des paléoclimats et des phénomènes tectoniques</b>	
<p>Enregistrements des paléoclimats : aspects minéralogiques, paléontologiques et géochimiques</p>	<p>On se limitera à montrer comment il est possible d'obtenir des informations sur les paléoclimats à partir d'études minéralogiques, paléontologiques et géochimiques</p>
<b>3.3 Les fossiles : témoins de l'évolution biologique et physico-chimique de la Terre</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Premiers vestiges de l'activité biologique et hypothèses sur l'origine de la vie</li> <li>- Processus de fossilisation</li> <li>- Roches exogènes précambriennes (par exemple : stromatolites, cherts, gisements de fer rubané), enregistreurs de l'évolution initiale de l'atmosphère et de l'hydrosphère</li> <li>- Apparition et diversification des eucaryotes. Explosion cambrienne. Grandes étapes de la conquête du milieu terrestre et du milieu aérien. Radiations adaptatives et extinctions : corrélation avec les changements de l'environnement. Événements « catastrophiques » dans</li> </ul>	<p>On s'attachera à partir d'un nombre limité d'exemples, notamment ceux évoqués dans le programme SV à montrer les grandes étapes d'évolution de la biosphère</p> <p>On ne traitera que la limite Secondaire-Tertiaire L'existence des autres crises dans l'histoire géologique du globe ne sera que mentionnée</p>

l'histoire de la Terre ; notion de crise biologique - Reconstitutions de quelques paléo environnements à partir de biocénoses fossiles et d'ichnofossiles - Origine et évolution des Hominidés	
<b>3.4 Formation et dislocation de la Pangée</b>	
- Accrétion et dispersion des masses continentales - Conséquences : modification de la circulation des enveloppes fluides ; conséquences climatiques et biologiques	
<b>3.5 Le cycle actuel de l'eau</b>	
Notion de réservoir, de flux et principes d'établissement d'un cycle (identification et quantification des processus impliqués)	

## 4 - Gestion des ressources et de l'environnement

- Ressources minérales : les processus de concentration à l'origine de gisements d'intérêt économique - Ressources énergétiques : matières organiques fossiles, géothermie, minerais radioactifs - Eaux continentales de surface et souterraines Exploitation et protection des ressources en eau ; exemples de pollution - Grands ouvrages et matériaux d'usage courant - Prévision et prévention des risques naturels : les exemples des risques sismiques et volcaniques.	Les méthodes de prospection et d'exploitation ne sont pas au programme  On se limitera au cas des barrages. On distinguera les notions d'aléa et de risque sismique ; la prévention et la gestion des risques seront présentées
---	--

## Programme de spécialité

### Secteur A : biologie et physiologie cellulaires, biologie moléculaire ; leur intégration au niveau de l'organisme

Le programme de spécialité du secteur A porte sur les rubriques 1, 2, 6 et 7 du programme de connaissances générales (modifié ci-dessus) et sur les 15 thèmes suivants regroupés en trois domaines et étudiés de façon approfondie en envisageant le niveau des connaissances et celui des approches méthodologiques et techniques. Cette démarche thématique permet d'approfondir globalement les éléments des rubriques 1, 2 et 6 du programme de connaissances générales sans les reprendre exhaustivement en indiquant à chaque fois les attendus et les limites. L'approfondissement de certains aspects de la rubrique 7 n'apparaît que pour des questions d'intégration accompagnant le libellé de la définition du secteur.

#### Le génome et sa dynamique

- 1 - Recombinaison et réparation de l'ADN
- 2 - Les éléments génétiques mobiles
- 3 - Les virus
- 4 - Régulation de l'expression des gènes : méthylation de l'ADN, modification des histones, facteurs de transcription, petits ARNs
- 5 - Les modifications post-traductionnelles : phosphorylations, glycosylations et ubiquitinations
- 6 - Génomique et évolution des génomes

#### Interactions moléculaires, cellulaires et tissulaires

(Le terme est pris dans le sens d'une action entraînant une réaction quel que soit le niveau d'étude pris en compte)

- 7 - Relations entre cellules et matrice extracellulaire
- 8 - Interactions dans le système nerveux chez les Mammifères
- 9 - Interactions au cours du développement animal
- 10 - Interactions cellules eucaryotes-contraintes abiotiques (thermiques, osmotiques, hydriques)
- 11 - Les phytohormones

#### Les modifications moléculaires du vivant : bases moléculaires et applications

- 12 - Défenses naturelles et thérapies contre les agents pathogènes
- 13 - Biotechnologies et amélioration végétale
- 14 - Les maladies dégénératives : bases moléculaires et approches thérapeutiques
- 15 - Greffes et transplantations

## Secteur B : biologie et physiologie des organismes et biologie des populations, en rapport avec le milieu de vie

Le programme de spécialité du secteur B porte sur les rubriques 3, 4, 5 et 7 du programme de connaissances générales et sur les 15 thèmes suivants regroupés en trois domaines et étudiés de façon approfondie en envisageant le niveau des connaissances et celui des approches méthodologiques et techniques. Cette démarche thématique permet d'approfondir certains éléments des rubriques 3, 4 et 5 du programme de connaissances générales sans les reprendre exhaustivement en indiquant à chaque fois les attendus et les limites. L'approfondissement de certains aspects de la rubrique 7 n'apparaît que pour des questions d'intégration accompagnant le libellé de la définition du secteur.

### Biologie et physiologie intégrative (L'organisme dans son milieu)

- 1 - La pression sanguine : mesure, variable réglée et système réglant à court, moyen et long terme. L'hypertension, ses conséquences et le principe des thérapies.
- 2 - Modalités et régulation des échanges gazeux, hydriques et minéraux entre l'organisme et son milieu de vie en conditions déshydratantes.
- 3 - Les signaux sonores (production, perception, apprentissage) et leur importance biologique : des mécanismes neurophysiologiques aux aspects écologiques.
- 4 - Fonctions et rythmes saisonniers chez les animaux et chez les végétaux (reproduction, hibernation, induction florale chez les angiospermes, vernalisation, dormance) : des mécanismes moléculaires aux conséquences écologiques.
- 5 - La locomotion chez les vertébrés : approche intégrée des aspects morpho-anatomiques, bioénergétiques, mécaniques, écologiques et évolutifs.

### Plan d'organisation, phylogénie et évolution

- 6 - Morphogénèse végétale : actions des gènes du développement et effets de l'environnement.
- 7 - Importance des réarrangements inter et intra génomiques dans les processus évolutifs.
- 8 - Les espèces domestiquées : domestication et apport à la compréhension des mécanismes de l'évolution.
- 9 - Approche expérimentale de l'évolution : des études de terrain aux expériences en laboratoire.
- 10 - L'organisation du milieu intérieur et son évolution. Écologie fonctionnelle, comportementale et évolutive
- 11 - Stratégies et comportements reproducteurs chez les animaux : aspects fonctionnels et évolutifs.
- 12 - Biologie de la conservation : biologie des petites populations, outils de conservation (textes fondateurs et structures de protection) ; gestion des populations (exemple de programme de conservation) ; réflexion sur la place de l'homme dans les espaces protégés.
- 13 - Coévolution hôte-parasite : course aux armements, évolution de la virulence, évolution vers le mutualisme.
- 14 - La cognition animale : représentations spatiale et numérique, fabrication d'outils, représentation sociale et théorie de l'esprit.
- 15 - Le phytoplancton océanique : diversité taxonomique, répartition spatiale et temporelle, facteurs de contrôle de la production océanique primaire (facteurs physiques, contrôles ascendant et descendant), caractérisation des différentes zones océaniques, impacts des activités anthropiques.

## Secteur C : Sciences de la Terre et de l'Univers, interactions entre la biosphère et la planète Terre

Le programme de spécialité comporte le programme de connaissances générales et les quinze thèmes détaillés ci-dessous. Ce programme de spécialité s'appuie sur la connaissance des imageries géophysiques et satellitaires de la Terre interne et externe, ainsi que sur l'utilisation des modèles analogiques et numériques.

- 1 - Géodésie et géodynamique (interne et externe)
- 2 - Les radiochronomètres : choix et limites des méthodes
- 3 - Le traçage isotopique des transferts dans les enveloppes externes
- 4 - Apport de l'étude des météorites pour la connaissance de l'histoire de la Terre et du système solaire
- 5 - Flux et transferts de chaleur dans les enveloppes internes et externes de la Terre
- 6 - La Terre primitive : origine des enveloppes et de la vie
- 7 - Les variations climatiques naturelles du Cambrien à l'actuel
- 8 - Les mécanismes de couplage entre la croûte et le manteau
- 9 - Réservoirs et flux de carbone dans le système Terre
- 10 - Les minéraux utiles
- 11 - La sédimentation océanique : origine et organisation des dépôts
- 12 - La formation de roches par le vivant
- 13 - Les provinces magmatiques géantes
- 14 - La crise Permien - Trias
- 15 - Les gisements métallifères, localisation et origine

### Programme annexe de questions scientifiques d'actualité

- 1 - La maîtrise par l'Homme de la reproduction des organismes
- 2 - Comprendre les pandémies pour mieux les gérer. On s'appuiera sur l'étude de quelques exemples (paludisme, grippe).
- 3 - Risques naturels géologiques et aménagement