

Sommaire

Textes officiels	5
Horaires	7
Classe de première S	9
Enseignement obligatoire	9
Classe terminale S	23
Enseignement obligatoire	23
Enseignement de spécialité	40
Définition des épreuves du baccalauréat	49
Épreuve écrite	49
Épreuve orale de contrôle	49

collection Lycée – voie générale et technologique
série Programmes

Sciences de la vie et de la Terre

**classes de première et terminale
série scientifique (S)**

Ministère de l'éducation nationale
Direction de l'enseignement scolaire

édition mai 2002

Centre national de documentation pédagogique

Coordination éditoriale

Christine NOTTRELET
et son équipe

Christine ALABERT – Jeannine DEVERGILLE – Maryse LAIGNEL
37, rue Jacob – 75006 PARIS – Tél. : 01 44 55 61 87...

Secrétariat d'édition

AMC Éditions

Maquette

Fabien BIGLIONE

Maquette de couverture

Catherine VILLOUTREIX

© 2002 - CNDP, 29, rue d'Ulm, 75005 Paris

ISBN : 2-240-73036-3

ISSN : 1624-5393

« Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant aux termes de l'article L. 122-5 2° et 3°, d'une part, que "les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage du copiste et non destinées à une utilisation collective" et, d'autre part, que "les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, polémique, pédagogique, scientifique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées", **toute représentation ou reproduction, intégrale ou partielle, faite sans le consentement du CNDP est illicite** (article L. 122-4). Cette représentation ou reproduction par quelque procédé que ce soit constituerait une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. »

T extes officiels

■ Note de service n° 94-179 du 14 juin 1994

Portant définition des épreuves du baccalauréat.
BO n° 25 du 23 juin 1994.

■ Arrêté du 9 août 2000

Relatif au programme d'enseignement obligatoire de la classe de première, série scientifique.
BO hors série n° 7 du 31 août 2000.

■ Arrêté du 20 juillet 2001

Relatif au programme d'enseignement obligatoire et de spécialité de la classe terminale, série scientifique.
BO hors série n° 5 du 30 août 2001.

■ Arrêté du 19 juin 2000

Organisation et horaires des enseignements des classes de première et terminale des lycées sanctionnés par le baccalauréat général.

BO n° 29 du 27 juillet 2000.

CYCLE TERMINAL DE LA SÉRIE SCIENTIFIQUE (S)

Classe de première	
Enseignement obligatoire	Horaire
Sciences de la vie et de la Terre	2 + (2)

() L'horaire entre parenthèses est un horaire en classe dédoublée.

Classe terminale	
Enseignement obligatoire	Horaire
Sciences de la vie et de la Terre	2 + (1,5)
Enseignement de spécialité (a)	Horaire
Sciences de la vie et de la Terre	(2)

() L'horaire entre parenthèses est un horaire en classe dédoublée.

(a) Au choix parmi d'autres enseignements de spécialité.

CLASSE DE PREMIÈRE DE LA SÉRIE ÉCONOMIQUE ET SOCIALE (ES)

Classe de première, épreuve anticipée	Horaire
Enseignement scientifique (a)	1,5

(a) Cet enseignement comprend le domaine suivant : biologie.

CLASSE DE PREMIÈRE DE LA SÉRIE LITTÉRAIRE (L)

Classe de première, épreuve anticipée	Horaire
Enseignement scientifique (a)	1,5

(a) Cet enseignement comprend les domaines suivants : physique-chimie, sciences de la vie et de la Terre.

C

lasse de première S

■ Arrêté du 9 août 2000

BO hors série n° 7 du 31 août 2000.

Enseignement obligatoire

Présentation générale

Objectifs et organisation

L'enseignement des sciences de la vie et de la Terre constitue un élément clef de la formation scientifique. En cohérence avec les enseignements du collège et de la classe de seconde, le programme permet d'acquérir des connaissances fondamentales du champ disciplinaire, en mettant l'accent sur le raisonnement scientifique, les démarches expérimentales et la mise en œuvre des techniques. Ces connaissances, associées à la pratique expérimentale, participent au développement de l'esprit critique requis pour appréhender les enjeux éthiques et sociaux associés au progrès scientifique et aux nouvelles technologies. Fondé sur des notions acquises dans d'autres disciplines, notamment en physique-chimie, ce programme contribue à l'orientation positive des élèves vers les carrières scientifiques.

SCIENCES DE LA VIE

L'ensemble du programme s'articule autour des relations existant entre le génotype d'un organisme et son phénotype. Dans un premier temps, la notion de phénotype est étudiée à différentes échelles : macroscopique, cellulaire et moléculaire. Les différents niveaux d'organisation une fois établis, le rôle fondamental des protéines dans la réalisation du phénotype est approfondi à travers l'exemple des protéines enzymatiques. L'étude de la synthèse des protéines permet, en s'appuyant sur les acquis de la classe de seconde, d'établir le lien entre gènes et protéines. La compréhension du fait que la diversité phénotypique résulte d'interactions complexes entre la variabilité génétique et l'environnement est l'aboutissement logique de cette progression. Dans un second temps, l'étude de la morphogénèse des végétaux offre l'occasion de relier différents processus cellulaires, permettant l'établissement du phénotype, à l'influence de certains facteurs de l'environnement. Elle apporte une illustration de l'intégration de ces processus et du rôle d'une hormone végétale : l'auxine. Un troisième volet prolonge l'étude de l'adaptation de l'organisme aux variations de l'environnement réalisée en classe de seconde. Il porte sur une fonction physiologique : la régulation de la glycémie. Son étude permet de construire la notion d'homéostat. Elle permet aussi de comprendre que la régulation de la glycémie est l'expression d'une information génétique multiple, modulée par les facteurs de l'environnement, en particulier l'alimentation. Elle est l'occasion de saisir les enjeux de la médecine prédictive et les problèmes éthiques soulevés par la connaissance des maladies génétiques. Une quatrième partie a pour objectif de dégager l'importance de l'expression du génotype et de la plasticité dans la formation du cerveau et dans l'individuation qui en dépend. Elle s'appuie sur la mobilisation des acquis des classes antérieures et approfondit les bases anatomiques et fonctionnelles de la communication nerveuse à travers l'étude du réflexe myotatique. La connaissance des phénomènes à l'échelle cellulaire et des mécanismes explicatifs des processus intégrateurs permet ensuite de traiter de la part du génotype dans le fonctionnement du système nerveux et de la neuroplasticité.

SCIENCES DE LA TERRE

L'ensemble du programme est centré sur la dynamique du globe ; il s'appuie sur la connaissance de la structure et de la composition chimique de la planète Terre. Prolongeant les acquis du collège et de la classe de seconde, il s'inscrit dans une démarche scientifique visant à la construction de modèles explicatifs qui constituent un cadre conceptuel au questionnement et à la pratique expérimentale. L'analyse de données expérimentales, notamment l'étude de la propagation des ondes sismiques et de la composition chimique de la Terre, permet d'accéder à un modèle de la structure de la Terre. Les mouvements relatifs des plaques lithosphériques, en particulier de divergence au niveau des dorsales océaniques, ainsi que la sédimentation, les activités tectoniques et magmatiques associées, sont étudiés. Cette étude des processus de surface est complétée par une approche des mouvements internes permettant de saisir le fonctionnement global de la machinerie thermique de la Terre.

CLASSE DE TERRAIN

La classe de terrain est un moyen privilégié pour favoriser le questionnement, l'observation, l'intégration des connaissances, à une échelle aisément accessible à l'élève. Partie intégrante du programme de sciences de la Terre, elle a pour objectif d'aider par la collecte des données de terrain à la démarche scientifique de construction d'une représentation globale de la dynamique de la Terre. En liaison avec le programme de sciences de la vie, elle a également pour objectif de permettre une approche concrète de la diversité morphologique des végétaux en relation avec différentes conditions d'environnement.

Méthodologie

L'enseignement s'organise autour de la construction du raisonnement scientifique et des approches expérimentales. Les différentes parties du programme reposent sur des activités pratiques permettant à l'élève de s'approprier les concepts, les méthodes, les techniques qui fondent la connaissance scientifique. Au cours des séances de travaux pratiques, l'élève apprend à saisir des données, à traiter des informations, à effectuer une synthèse, à construire éventuellement un modèle, à formuler une hypothèse et à développer l'esprit critique. Toute activité pratique permet la mise en œuvre des techniques dans une démarche d'investigation. Prenant en compte ces activités concrètes et expérimentales, le cours est l'occasion, par l'alternance de phases dialoguées et informatives, de mises au point et d'une organisation claire du savoir à mémoriser.

La plupart des parties du programme se prêtent particulièrement bien à l'utilisation des techniques d'information et de communication (TIC), dont certaines sont étroitement liées au champ disciplinaire (mise en œuvre d'un dispositif expérimental assisté par ordinateur). L'acquisition des données expérimentales et leur traitement informatique sont l'occasion d'une analyse critique des résultats en fonction des montages expérimentaux.

Les activités envisagées, permettant de réaliser ces objectifs, sont proposées dans la colonne de gauche des différentes parties du programme, en regard des notions et contenus qui s'y rapportent.

Le professeur dispose d'une totale liberté pédagogique pour atteindre les objectifs fixés par le programme.

Évaluation

Dans un souci de cohérence et d'homogénéité, les notions et contenus exigibles sont clairement explicités. De même, les limites du programme sont précisées. Les évaluations, en cours et en fin d'apprentissage, sont programmées de manière à permettre la progression éducative de l'élève. Elles permettent d'éprouver les capacités de l'élève à mobiliser et appliquer les connaissances du programme, et à mettre en œuvre les méthodes et techniques qui pourront faire l'objet d'un contrôle en fin de scolarité.

Sciences de la Terre

Thème général : structure, composition et dynamique de la Terre

Horaires : 10 semaines à raison de 2 heures de cours par semaine et 2 heures de travaux pratiques.

Ce programme s'appuie sur les acquis du collège et de la classe de seconde.

La tectonique des plaques et les modèles de la structure et de la dynamique interne de la Terre fournissent un cadre de réflexion qui s'enrichit et évolue au fur et à mesure de l'accumulation des données. La démarche des scientifiques vise en permanence à enrichir les modèles de Terre, à les critiquer et donc à les faire évoluer pour parfaire la description du fonctionnement et de l'évolution de la planète qui est un système complexe.

L'ordre de présentation des objectifs de connaissance n'impose aucune progression pédagogique particulière. Liberté dans la progression est donc laissée au professeur. Ainsi, il est possible de présenter d'abord les données pour aboutir à une présentation synthétique de la structure et du fonctionnement de la Terre.

L'enseignant peut aussi tenir compte davantage des acquis des classes antérieures et partir d'une présentation simplifiée des modèles de Terre qui constitueront une référence que l'élève s'approprie, utilise, questionne et enrichit dans sa progression au cours de l'année scolaire.

La classe sur le terrain est un moyen privilégié d'aborder la géologie à une échelle aisément accessible aux élèves.

Sur un affleurement ou face à un paysage offrant une grande diversité d'informations, l'élève est conduit à sélectionner un objet d'étude pertinent. Il apprend à observer et décrire les objets d'intérêt géologique, puis il en dégage des informations importantes. Il sollicite son imagination pour les interpréter et les intégrer à une représentation plus globale de la planète.

La confrontation entre les données acquises sur le terrain et d'autres données choisies et présentées par le professeur permet d'orienter la réflexion des élèves vers l'un des thèmes du programme. Le professeur intègre la sortie sur le terrain dans sa progression pédagogique et la place au moment jugé le plus opportun, en fonction notamment du site retenu.

Les roches sédimentaires représentent un faible volume de la planète et, de ce fait, peuvent être négligées quand on établit une composition chimique globale de la Terre. Néanmoins, elles sont des enregistreurs privilégiés de l'histoire de la Terre, de la tectonique des plaques et des changements de l'environnement terrestre. Ces aspects sont abordés en première à l'occasion de l'étude des marges passives et seront développés en terminale.

ACTIVITÉS ENVISAGEABLES	NOTIONS ET CONTENUS
Expérience analogique de réflexion et de réfraction des ondes sismologiques sur une interface à l'aide d'ondes lumineuses. Mise en évidence de la zone d'ombre sismologique due au noyau de la Terre.	<p>Structure et composition chimique de la Terre interne</p> <p>(Durée indicative : 3 semaines)</p> <ul style="list-style-type: none">● Origine, différenciation et structure interne de la Terre <p>L'étude de la propagation des ondes sismiques montre que la Terre est structurée en enveloppes concentriques de tailles, masses et masses volumiques différentes : la croûte (continentale ou océanique), le manteau et le noyau. Les enveloppes sont séparées par des discontinuités physiques et/ou chimiques. La lithosphère se distingue de l'asthénosphère sous-jacente par un comportement rigide.</p> <p>La température, la pression et la masse volumique varient avec la profondeur.</p>

ACTIVITÉS ENVISAGEABLES	NOTIONS ET CONTENUS
<p>À partir de l'étude d'affleurements, mise en évidence des textures et compositions chimiques d'échantillons représentatifs des enveloppes accessibles de la Terre : péridotites, granitoïdes, basaltes.</p> <p>La taille relative de l'échantillon et des minéraux ou verre qui le constituent impose le choix de la quantité de roches à prélever pour obtenir une composition chimique représentative de l'objet étudié.</p> <p>Calcul de la composition chimique du noyau, connaissant celle des météorites de type chondrite et celle des péridotites du manteau.</p>	<p>Cette structure de la Terre résulte, d'une part, de sa formation par accréation de petits corps dont les météorites de type chondrite sont les vestiges et, d'autre part, de sa différenciation.</p> <p><i>Limites : l'étude détaillée des météorites n'est pas au programme.</i></p> <p>● Composition chimique de la Terre : des échantillons naturels aux matériaux inaccessibles</p> <p>Seuls les matériaux de la croûte et du manteau supérieur sont observables à la surface de la Terre. Les enveloppes de la Terre, accessibles par échantillonnage, ont des compositions chimiques différentes que l'on détermine à partir de l'étude de roches représentatives. Ces « proches » sont formées de minéraux et/ou de verre.</p> <p>La composition chimique des enveloppes de la Terre est dominée par un nombre limité d'éléments dits « majeurs » (Si, O, Mg, Fe, Ca, Na, K, Al).</p> <p>Les principaux minéraux qui hébergent ces éléments sont : olivines, pyroxènes, feldspaths, quartz, amphiboles et micas.</p> <p>La composition chimique des roches est présentée en % massique d'éléments chimiques.</p> <p>Les matériaux du manteau profond et du noyau sont inaccessibles.</p> <p>On peut néanmoins, par des modèles et des raisonnements qui tiennent compte de la formation de la Terre à partir des chondrites, préciser leurs compositions.</p> <p><i>Limites : la structure détaillée des minéraux et la minéralogie exhaustive ne sont pas au programme.</i></p>
<p>Les fondements de la tectonique des plaques (Wegener et la dérive des continents, Vine et Matthews) : lecture critique de documents historiques.</p> <p>Calcul des vitesses et sens de déplacement des plaques lithosphériques à partir de données géologiques. Exploitation de la carte des âges du fond des océans : symétrie des âges</p>	<p>La lithosphère et la tectonique des plaques</p> <p>(Durée indicative : 2 semaines)</p> <p>● Découpage de la lithosphère en plaques d'épaisseur variable, peu déformables à l'exception de leurs limites</p> <p>Le relief de la Terre, la distribution géographique des volcans et des séismes, les contours des bordures continentales sont des signatures de la tectonique des plaques.</p> <p>● Mouvements relatifs des plaques : divergence au niveau des dorsales océaniques où elles se forment, convergence dans les zones de subduction et de collision où elles disparaissent, coulissage le long des failles transformantes</p> <p>Différentes données géologiques (âges des sédiments des fonds océaniques, alignement des volcans de points chauds, anomalies magnétiques) permettent de reconstruire les directions et les vitesses des mouvements des plaques ainsi que leurs variations pour les 180 derniers millions d'années de l'histoire de la Terre.</p>

ACTIVITÉS ENVISAGEABLES	NOTIONS ET CONTENUS
<p>dans l’océan Atlantique, dissymétrie des âges dans l’océan Pacifique ; largeur variable d’un océan à l’autre des sédiments d’âge donné, alignements de volcans de points chauds. Mise en évidence des variations des vitesses dans l’espace et dans le temps.</p> <p>Calcul de vitesse et sens de déplacement des plaques à partir de données GPS.</p> <p>Réalisation d’un document de travail récapitulatif qui constitue une référence que l’élève va utiliser et approfondir dans sa progression, au cours des années de première et de terminale.</p>	<p>Ces directions et vitesses sont mesurables sur des échelles de temps de quelques années par les techniques de positionnement par satellites (GPS : Global Positioning System).</p> <p>Le modèle de la cinématique globale des plaques, fondé et construit sur des observations géologiques et géophysiques, est validé et affiné par ces mesures pratiquement instantanées. L’étude de la divergence se fait en classe de première. La convergence est présentée en classe de première et sera développée en classe terminale.</p> <p><i>Limites : les détails des techniques de positionnement GPS ne sont pas au programme.</i></p>
<p>Expériences analogiques de tectonique en extension et comparaison avec les observations géologiques.</p> <p>Des péridotites aux basaltes. Formation des basaltes par fusion partielle des péridotites.</p> <p>Nature et chimie de la lithosphère océanique : roches initiales, roches hydratées et/ou déformées.</p> <p>Nature des roches sédimentaires des marges passives et des fonds océaniques : enregistrement de l’histoire d’un océan.</p>	<p>Divergence et phénomènes liés</p> <p>(Durée indicative : 3 semaines)</p> <p>● Formation et divergence des plaques lithosphériques au niveau des dorsales océaniques Activités tectoniques et magmatiques associées</p> <p>– Tectonique : la morphologie, la présence de séismes et les failles normales qui structurent les dorsales océaniques attestent de mouvements en extension.</p> <p>– Magmatisme : les dorsales océaniques sont le siège d’une production importante de magma : de l’ordre de 20 km³ par an. Ces magmas sont issus de la fusion partielle des péridotites du manteau induite par décompression. Ils sont de nature basaltique. La fusion partielle leur donne une composition chimique différente de celle de la roche source. Le refroidissement plus ou moins rapide des magmas conduit à des roches de textures différentes (basaltes/gabbros). En s’éloignant de la dorsale, la lithosphère océanique se refroidit, s’hydrate et s’épaissit.</p> <p>– Marges passives des continents : elles sont structurées par des failles normales et sont le siège d’une sédimentation importante. Elles ont enregistré l’histoire précoce de la rupture continentale et de l’océanisation. L’activité des failles normales, héritage de rifts continentaux, témoigne de l’amincissement de la lithosphère et de sa subsidence.</p>

ACTIVITÉS ENVISAGEABLES	NOTIONS ET CONTENUS
<p>Expérience analogique de convection.</p> <p>Estimation de la quantité de laves émises par un point chaud (exemples : trapps du Deccan ou plateaux océaniques) à partir de cartes et coupes géologiques. Comparaison avec la quantité de basaltes produite par le volcanisme des dorsales océaniques.</p>	<p>La machinerie thermique de la Terre</p> <p>(Durée indicative : une semaine)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Dissipation de l'énergie interne de la Terre <p>Le flux de chaleur en surface en est la manifestation principale. La chaleur interne a pour origine essentielle la désintégration de certains isotopes radioactifs.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Convection du manteau terrestre <p>La fabrication de la lithosphère océanique, la subduction et les mouvements des plaques lithosphériques sont les manifestations d'une convection thermique à l'état solide du manteau (transport de chaleur par mouvement de matière). Les dorsales océaniques traduisent des courants montants chauds de matériel du manteau. Les plaques en subduction traduisent des courants descendants froids.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Points chauds <p>Le magmatisme lié aux points chauds marque la remontée ponctuelle de matériel du manteau profond. Il s'exprime par des éruptions massives de laves basaltiques (plateaux océaniques, trapps, alignements insulaires).</p>
	<p>La classe sur le terrain, une démarche scientifique</p> <p>(Durée indicative : une semaine)</p> <p>La sortie de terrain a pour objectif d'observer des affleurements, de s'appropriier logiquement l'information géologique et les questions qu'elle soulève, de sensibiliser l'élève à l'importance de la collecte des données de terrain. Le contexte et les problèmes géologiques choisis doivent se rattacher au contenu du programme.</p> <p>Cette sortie géologique a également pour objectif une approche concrète de la diversité morphologique des végétaux en liaison avec leur environnement.</p>

Sciences de la vie

Thème général : des phénotypes à différents niveaux d'organisation du vivant

Horaire : 20 semaines à raison de 2 heures de cours par semaine et 2 heures de travaux pratiques.

● Du génotype au phénotype, relations avec l'environnement

(Durée indicative : 6 semaines)

Cette partie du programme s'appuie sur les connaissances acquises en classe de troisième (génétique) et de seconde (cellule et ADN). Elle permet d'approfondir les relations entre l'information génétique et les conséquences phénotypiques de son expression.

À partir de l'analyse des diverses échelles permettant de définir un phénotype, il s'agit d'étudier les rôles respectifs des gènes et de l'environnement dans la réalisation de ce phénotype.

L'importance des facteurs de l'environnement comme modulateurs de l'activité des protéines enzymatiques est rapprochée de la participation des protéines à la réalisation du phénotype.

La relation entre gènes et protéines est établie. Elle permet de faire le lien entre la diversité allélique au sein d'une espèce et ses conséquences phénotypiques.

Ce chapitre souligne que la diversité phénotypique au sein d'une espèce est le résultat d'interactions complexes entre la variabilité génétique et l'environnement.

ACTIVITÉS ENVISAGEABLES	NOTIONS ET CONTENUS
Analyse d'un exemple comme la drépanocytose ou la phénylcétonurie. Comparaison de la structure des protéines en relation avec l'exemple étudié.	La diversité des phénotypes Le phénotype peut se définir à différentes échelles : de l'organisme à la molécule. Les phénotypes alternatifs sont dus à des différences dans les protéines concernées.
Étude expérimentale de la catalyse enzymatique et de la double spécificité. ExAO : mesure de la vitesse initiale en fonction de la concentration du substrat d'une réaction enzymatique. Exploitation de logiciels sur les modèles moléculaires et structures spatiales de protéines enzymatiques et du complexe enzyme-substrat. Simulation de l'action catalytique d'une enzyme.	Des protéines actives dans la catalyse : les enzymes Les protéines enzymatiques sont des catalyseurs biologiques. Elles présentent une double spécificité : spécificité d'action et de substrat. Les modalités de leur action reposent sur la formation du complexe enzyme-substrat. Les propriétés des enzymes dépendent de leur structure spatiale. Des modifications de structure spatiale, déterminées soit par des changements de la séquence des acides aminés, soit par des conditions du milieu (pH, température, ions, etc.), modifient leur activité. L'activité des enzymes contribue à la réalisation du phénotype. <i>Limites : l'étude des coenzymes, l'étude de l'allostérie et les lois de la cinétique enzymatique ne sont pas au programme.</i>

ACTIVITÉS ENVISAGEABLES	NOTIONS ET CONTENUS
<p>Utilisation de logiciels relatifs à :</p> <ul style="list-style-type: none"> – la synthèse des protéines ; – l'exploitation d'une banque de données sur divers gènes. 	<p>La synthèse des protéines</p> <p>La séquence des acides aminés des protéines est imposée par l'information génétique située dans la molécule d'ADN.</p> <p>Un gène est défini comme une séquence de nucléotides d'un brin d'ADN déterminant la séquence d'un polypeptide donné.</p> <p>La molécule d'ADN d'un chromosome est le support de très nombreux gènes.</p> <p>L'expression de l'information génétique se fait en deux étapes : transcription et traduction.</p> <p>Au cours de la transcription, un ARN messenger complémentaire du brin transcrit de l'ADN est synthétisé.</p> <p>La traduction permet la synthèse cytoplasmique de chaînes polypeptidiques. La séquence des acides aminés est gouvernée par celle des nucléotides de l'ARN messenger suivant un système de correspondance, le code génétique.</p> <p>Ce code génétique est universel et dégénéré.</p> <p>La traduction débute au codon d'initiation et s'arrête au codon stop.</p> <p><i>Limites : la notion de gène morcelé, l'étude détaillée des mécanismes de la transcription et de la traduction ainsi que la maturation des ARN et des protéines, ne sont pas au programme.</i></p>
<p>Analyse d'exemples : voie métabolique, pigments des yeux de drosophile, albinisme, pigments végétaux.</p> <p>Cas des drépanocytoses, des phénylcétonuries.</p> <p>Exemple d'un cancer, prédisposition familiale, rôle de l'environnement et de l'alimentation.</p>	<p>Complexité des relations entre gènes, phénotypes et environnement</p> <p>Un phénotype macroscopique donné résulte de processus biologiques gouvernés par l'expression de plusieurs gènes. La mutation de l'un seulement de ces gènes peut altérer ce phénotype. Un même phénotype macroscopique peut donc correspondre à plusieurs génotypes.</p> <p>Chez un individu donné, l'effet des allèles d'un gène va dépendre également de l'environnement.</p>

● **La morphogénèse végétale et l'établissement du phénotype**

(Durée indicative : 5 semaines)

Le phénotype morphologique d'un individu est le résultat des interactions entre l'expression du génotype et son contrôle par l'environnement. L'établissement de ce phénotype met en jeu un ensemble de processus biologiques dont des gènes sont responsables (mitose, métabolisme cellulaire, action d'hormones, mise en place des structures de l'organisme). Les gènes gouvernent à la fois les grands traits de l'organisation et les détails de la structure, en permettant la synthèse de protéines spécifiques aux diverses échelles qui constituent l'organisme (cellules, tissus, organes, plan d'organisation). L'expression de ces gènes est soumise à des facteurs externes (abiotiques ou biotiques) dont la variabilité s'ajoute à la diversité allélique pour aboutir à une diversité phénotypique individuelle.

L'étude de la morphogénèse des végétaux permet d'aborder dans un cadre intégré ces différents phénomènes qui contribuent à l'établissement du phénotype.

ACTIVITÉS ENVISAGEABLES	NOTIONS ET CONTENUS
<p>Observation de ports différents de végétaux d'une même espèce et d'espèces différentes. Observation de ports de végétaux dans différentes conditions d'environnement (cf. sortie de terrain de géologie).</p>	<p>La diversité morphologique des végétaux</p> <p>La morphologie d'un végétal dépend en partie des caractéristiques génétiques de l'espèce. En fonction de leur environnement, des individus d'une même espèce peuvent avoir une morphologie différente. Des réponses morphologiques semblables peuvent être obtenues avec des végétaux d'espèces différentes placés dans un même environnement.</p>
<p>Réalisation d'expériences permettant d'identifier les zones de croissance en longueur. Observation microscopique de méristèmes.</p>	<p>La morphogénèse associe la division et la croissance cellulaire au niveau de territoires spécialisés</p> <p>La mitose est localisée dans les méristèmes. Elle permet de produire :</p> <ul style="list-style-type: none"> - des cellules qui vont ensuite se différencier et participer à la croissance et à la structuration de l'organisme (feuilles, tiges, racines) ; - des cellules qui restent indifférenciées et qui vont à leur tour constituer des méristèmes (apical ou axillaire). <p><i>Limites : la description détaillée des cellules différenciées, les mécanismes de la différenciation cellulaire et de l'organogénèse, la morphogénèse des feuilles, le contrôle du fonctionnement du méristème et la croissance en épaisseur ne sont pas au programme.</i></p>
<p>Réalisation de préparations et (ou) observation microscopique de cellules en mitose. Analyse de l'expérience de Meselson et Stahl. Exploitation de données sur les taux d'ADN à différents moments de la vie cellulaire.</p>	<p>La mitose est un processus commun aux cellules eucaryotes</p> <p>Au cours de l'interphase du cycle cellulaire, la réplication de l'ADN s'effectue selon un mécanisme semi-conservatif, fondé sur la complémentarité des bases. Les structures cellulaires se modifient lors de la mitose. Chaque cellule fille issue de la mitose contient le même patrimoine génétique que la cellule initiale.</p> <p><i>Limites : le contrôle du cycle cellulaire n'est pas au programme.</i></p>
<p>Réalisation de préparations et (ou) observation de cellules végétales. Mise en évidence de la paroi cellulosique : cellulose, lamelle moyenne. Mise en évidence de la turgescence cellulaire. Obtention et/ou observation de protoplastes. Étude des expériences historiques de la mise en évidence d'une hormone végétale : l'auxine.</p>	<p>Dans la tige, la croissance cellulaire est contrôlée par une hormone : l'auxine</p> <p>La paroi des cellules végétales en extension est essentiellement composée de polysaccharides, dont la cellulose et les hémicelluloses. La pression de turgescence cellulaire et la plasticité pariétale permettent la croissance cellulaire. L'auxine, facteur de croissance ou hormone végétale, contrôle la croissance cellulaire. Elle est synthétisée par l'apex des tiges. Elle possède une double action :</p> <ul style="list-style-type: none"> - une action à court terme sur la plasticité pariétale ; - une action à plus long terme sur l'expression de gènes qui participent aux divers événements du métabolisme nécessaires à la croissance. <p><i>Limites : les détails des mécanismes de synthèse et de construction de la paroi (métabolisme de la cellulose, de la construction de la paroi ainsi que la diversité des molécules qui la composent), les mécanismes détaillés des échanges hydriques et la notion de potentiel hydrique, les mécanismes moléculaires détaillés de l'action de l'auxine sur la paroi, ne sont pas au programme.</i></p>

ACTIVITÉS ENVISAGEABLES	NOTIONS ET CONTENUS
<p>Réalisation et (ou) analyse d'expériences montrant le rôle de l'auxine sur la croissance différentielle entre les deux faces d'un organe.</p> <p>Réalisation et (ou) analyse d'expériences de clonage de végétaux.</p>	<p>Le développement du végétal est influencé par la répartition des hormones en interaction avec les facteurs de l'environnement</p> <p>La répartition inégale de l'auxine dans les tissus, conséquence d'un éclairage anisotrope, permet une croissance orientée. Les ramifications naturelles ou provoquées sont sous la dépendance d'un changement de répartition des hormones dans le végétal qui conduit à un changement de morphologie.</p> <p>La totipotence des cellules végétales permet le clonage.</p> <p>Les proportions des différentes hormones (rapport des concentrations d'auxine et de cytokinine) contrôlent l'organogénèse (tige, racines).</p> <p><i>Limites : les mécanismes d'action des cytokinines ne sont pas au programme.</i></p>

● **La régulation de la glycémie et les phénotypes diabétiques**

(Durée indicative : 3 semaines)

Cette partie du programme a pour but de prolonger les connaissances acquises en classe de seconde sur l'adaptation de l'organisme aux variations de l'environnement (effort musculaire).

Elle met en évidence le fait qu'une fonction physiologique, la régulation de la glycémie à court terme, est l'expression d'une information génétique multiple. Dans certains cas, des facteurs environnementaux tels que les déséquilibres alimentaires peuvent modifier cette régulation.

Il s'agit d'envisager la glycémie comme un paramètre du milieu intérieur maintenu constant à court terme en fonction des besoins de l'organisme. Cette constance est le résultat de la mise en jeu de l'homéostat glycémique : système réglé, système réglant.

Seule est étudiée la régulation de la glycémie à court terme après un jeûne de courte durée ou après un repas. L'intégration de la glycémie dans des boucles de régulation plus complexes, sous-tendant des processus de régulation à long terme, ne fait pas partie du programme.

ACTIVITÉS ENVISAGEABLES	NOTIONS ET CONTENUS
<p>Analyse de documents sur l'hyperglycémie provoquée.</p> <p>Analyse de documents historiques sur la mise en évidence de la fonction glycogénique du foie.</p> <p>Expérience du foie lavé.</p> <p>Mise en évidence du glycogène dans le foie.</p>	<p>L'homéostat glycémique</p> <p>Malgré des variations importantes (prise alimentaire discontinuée, consommation énergétique variable), la glycémie (grandeur réglée de l'homéostat) oscille en permanence autour d'une valeur physiologique voisine de $1\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ (grandeur de consigne).</p> <p>Cette homéostasie glycémique nécessite une gestion des réserves de l'organisme.</p> <p>Les cellules α et β du pancréas endocrine sont des capteurs de la glycémie. En fonction des variations de la glycémie, elles émettent des messagers chimiques : les hormones glucagon et insuline.</p>

ACTIVITÉS ENVISAGEABLES	NOTIONS ET CONTENUS
<p>Analyse de documents historiques montrant la fonction endocrine du pancréas.</p> <p>Observation de coupes de pancréas. Étude de l'évolution de la sécrétion plasmatique d'insuline et du glucagon en fonction de la glycémie.</p>	<p>Le message hormonal est codé par la concentration plasmatique de l'hormone. Les cellules cibles expriment les récepteurs spécifiques à ces hormones.</p> <p>Sous l'action de l'insuline, le glucose est stocké sous forme de glycogène dans le foie et les cellules musculaires squelettiques, ainsi que sous forme de triglycérides dans le foie et les adipocytes. Sous l'action du glucagon, le glucose est libéré par le foie dans le plasma. Cellules pancréatiques (α et β), hormones (glucagon et insuline) et cellules cibles constituent le système réglant de l'homéostat glycémique.</p> <p><i>Limites :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - les mécanismes de transfert transmembranaire du glucose ; - les autres paramètres stimulateurs de la sécrétion d'insuline et du glucagon ; - l'augmentation de la capture des acides aminés et de la synthèse des protéines sous l'effet de l'insuline ; - les autres hormones qui interviennent dans la régulation de la glycémie ; - la régulation de la prise alimentaire et la physiologie du jeûne prolongé ; - les mécanismes de la lipogenèse, ne sont pas au programme.
<p>Observation de coupes de pancréas d'animaux diabétiques.</p> <p>Étude de documents permettant une comparaison entre les diabètes de type 1 et de type 2.</p> <p>Analyse de données relatives aux jumeaux monozygotes, à la transmission familiale des diabètes. Analyse de données épidémiologiques.</p>	<p>Les phénotypes diabétiques</p> <p>Au niveau métabolique, le phénotype diabétique est défini par une hyperglycémie (glycémie à jeun supérieure à $1,26\text{g.L}^{-1}$). Sur le plan clinique, on distingue deux phénotypes : le diabète de type 1 et le diabète de type 2.</p> <p>Au niveau cellulaire, le diabète de type 1 est caractérisé par la destruction totale des cellules b sécrétrices d'insuline. Le diabète de type 2 est dû à une insulino-résistance des cellules cibles de l'insuline ainsi qu'à un déficit de l'insulinosécrétion.</p> <p>De nombreux gènes sont impliqués dans le développement des diabètes. On peut avoir une prédisposition génétique à un phénotype diabétique. Les diabètes résultent de l'interaction entre ces gènes et des facteurs de l'environnement, en particulier l'alimentation. Dans la majorité des cas, le diabète de type 2 se développe à la suite d'une obésité.</p> <p>La connaissance précise des gènes de susceptibilité aux diabètes et de leur polymorphisme entre dans le cadre de la médecine prédictive. L'utilisation de cette connaissance soulève des problèmes éthiques importants.</p> <p><i>Limites : l'étude détaillée du diabète de type 1 et l'étude détaillée des divers polymorphismes géniques associés au diabète de type 2 ne sont pas au programme.</i></p>

● **La part du génotype et la part de l'expérience individuelle dans le fonctionnement du système nerveux**

(Durée indicative : 6 semaines)

Cette partie du programme a un double objectif :

- d'une part, permettre l'acquisition de notions de base sur la communication nerveuse chez les mammifères et plus particulièrement chez l'homme ;
- d'autre part, élargir la compréhension des relations entre le phénotype et le génotype d'un organisme.

Les réactions comportementales, les représentations du monde que se construit un organisme grâce à son système nerveux sont des aspects de son phénotype au même titre que ses caractéristiques physiques.

Le réflexe myotatique fournit un exemple du déterminisme génétique impliqué dans l'organisation du système nerveux et les propriétés des neurones.

Les approches suggérées de la plasticité du cortex cérébral attirent l'attention sur le fait que, depuis le tout début de sa mise en place jusqu'à la mort, l'organisation cérébrale inscrit dans sa structure l'histoire individuelle de l'organisme. Cette épigénèse, permise par les gènes, ouvre l'architecture corticale sur l'environnement physique et social. Elle fait de chaque individu – même les vrais jumeaux – un être cérébralement unique, parce qu'en constante reconstruction.

L'outil informatique est particulièrement utile pour aborder l'étude de ces sujets de neurophysiologie. Outre l'expérimentation assistée par ordinateur, il existe plusieurs logiciels de simulation, complémentaires les uns des autres, permettant de mettre les élèves en situation d'investigation.

ACTIVITÉS ENVISAGEABLES	NOTIONS ET CONTENUS
<p>Réalisation et étude d'électromyogrammes relatifs au réflexe myotatique chez l'homme. Étude des supports anatomiques et cytologiques intervenant dans la réalisation du réflexe.</p> <p>Réalisation et étude de l'enregistrement du potentiel global d'un nerf par ExAO. Analyse d'enregistrement de l'activité électrique de fibres nerveuses issues des fuseaux neuromusculaires. Utilisation de logiciels de simulation de l'activité nerveuse.</p>	<p>Les propriétés intégratrices des centres nerveux et le fonctionnement des neurones</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Les circuits neuroniques médullaires mobilisés au cours du réflexe myotatique <p>Le réflexe myotatique assure le tonus musculaire nécessaire au maintien de la posture.</p> <p>Le réflexe myotatique repose sur des populations neuronales :</p> <ul style="list-style-type: none"> – les neurones afférents qui ont leurs corps cellulaires dans les ganglions des racines dorsales ; les extrémités de ces neurones afférents sont en liaison avec des récepteurs sensoriels : les fuseaux neuromusculaires ; – les motoneurones des muscles étirés et les motoneurones des muscles antagonistes dont les axones aboutissent aux fibres musculaires effectrices ; – les interneurones inhibiteurs assurant les connexions entre les neurones afférents et les motoneurones des muscles antagonistes. <p><i>Limites : l'étude détaillée du récepteur sensoriel et de la plaque motrice, l'étude détaillée de la structure et du fonctionnement des fibres musculaires, ne sont pas au programme.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Les potentiels d'action et les messages nerveux <ul style="list-style-type: none"> – Les signaux émis par les neurones sont des potentiels d'action <p>La genèse de potentiels d'action repose sur l'existence d'un potentiel dit de repos, propriété commune à toutes les cellules.</p> <p>Un potentiel d'action est une inversion transitoire de la polarisation membranaire. Au cours de sa propagation le long d'une fibre, le potentiel d'action conserve toutes ses caractéristiques.</p> <p><i>Limites : les mécanismes ioniques sous-tendant la genèse du potentiel de repos et du potentiel d'action, la propagation des potentiels d'action par les courants locaux, ne sont pas au programme.</i></p>

ACTIVITÉS ENVISAGEABLES	NOTIONS ET CONTENUS
<p>Étude de documents sur le message nerveux.</p> <p>Étude de documents relatifs à l'organisation de synapses et de la transmission synaptique.</p> <p>Étude de résultats expérimentaux montrant la mise en jeu de synapses excitatrices et inhibitrices.</p> <p>Analyse de documents relatifs au déterminisme génétique de certaines formes d'insensibilité congénitale à la douleur.</p>	<p>– Les messages nerveux</p> <p>Les messages nerveux (afférents et efférents) se traduisent au niveau d'une fibre par des trains de potentiels d'action, d'amplitude constante. Les messages nerveux sont codés par la fréquence des potentiels d'action et le nombre de fibres mises en jeu.</p> <p><i>Limites : les mécanismes de la transduction (potentiels de récepteurs, potentiels générateurs) ne sont pas au programme.</i></p> <p>– Caractéristiques du fonctionnement des synapses</p> <p>Un message nerveux est transmis d'un neurone à d'autres neurones ou à des cellules effectrices par des synapses.</p> <p>Au niveau d'une synapse, le message nerveux présynaptique, codé en fréquence de potentiels d'action, est traduit en message chimique codé en concentration de neurotransmetteur.</p> <p>Les molécules de neurotransmetteur se fixent sur des récepteurs de la membrane post-synaptique ; cette fixation induit une modification de l'activité du neurone post-synaptique. Ce changement d'activité est à l'origine d'un nouveau message.</p> <p><i>Limites : les mécanismes ioniques liés à l'activité des synapses ne sont pas au programme.</i></p> <p>– Activité du centre nerveux</p> <p>Le traitement des messages afférents, en réponse au stimulus d'étiement à l'origine du réflexe myotatique, modifie la fréquence des potentiels d'action des motoneurones. Celle des motoneurones du muscle étiré est augmentée alors que celle des motoneurones des muscles antagonistes est diminuée, voire annulée.</p> <p>Les motoneurones et les interneurones du réflexe myotatique sont en connexion avec d'autres neurones que les neurones afférents issus des fuseaux neuro-musculaires.</p> <p>Dans certaines limites, la stimulation d'autres récepteurs sensoriels (par exemple, les récepteurs nociceptifs) ou une commande volontaire peuvent inhiber le réflexe myotatique.</p> <p><i>Limites : les notions de potentiel post-synaptique excitateur et de potentiel post-synaptique inhibiteur ne sont pas au programme.</i></p> <p>● La part du génotype dans le fonctionnement du système nerveux</p> <p>Le phénotype comportemental des réflexes (par exemple, le réflexe myotatique et le réflexe nociceptif d'évitement) est la conséquence de la mise en place, au cours du développement, des chaînes de neurones, sous le contrôle de l'information génétique.</p>
<p>Étude de documents d'imagerie cérébrale relatifs à l'activation du cortex sensoriel.</p>	<p>Le cortex sensoriel et la plasticité du système nerveux central</p> <p>L'information sensorielle générée à la périphérie est transmise au cortex sensoriel.</p> <p>Dans le cortex somatosensoriel, chaque territoire de l'organisme est représenté. Cette représentation est déformée par rapport à la surface des territoires corporels.</p>

ACTIVITÉS ENVISAGEABLES	NOTIONS ET CONTENUS
<p>Étude comparée des représentations corticales sensorielles chez deux espèces de mammifères.</p> <p>Étude de la représentation des vibrisses de rongeurs dans le cortex sensoriel et sa modification génétique et épigénétique.</p> <p>Analyse de l'évolution de la représentation corticale des doigts des violonistes, occupation du « cortex visuel » chez les non voyants, etc.</p>	<p>Les zones corticales concernées sont constituées de neurones interconnectés et organisés en colonnes.</p> <p>Des modifications de l'activité neuronale à la périphérie régulent l'organisation dynamique du cortex. Elles se traduisent par un remodelage des connexions synaptiques, témoin de la plasticité neuronale.</p> <p>La neuroplasticité est une propriété générale du système nerveux central.</p> <p><i>Limites : les détails de l'organisation anatomique du cortex cérébral ne sont pas au programme.</i></p>

C

lasse terminale S

I - Enseignement obligatoire

Notre planète, tant en ce qui concerne la géosphère que la biosphère, présente deux propriétés d'apparence contradictoire : stabilité et variabilité. Cette contradiction se résout par la prise en compte de la dimension temporelle. L'un des objectifs du programme de la classe de terminale est de fournir un modèle dynamique de la Terre aux élèves ayant opté pour la filière scientifique. Ce modèle, pour être complet, prend en compte l'évolution au cours du temps du système global terrestre : enveloppes fluides (abordées en classe de seconde), enveloppes solides (définies en classe de première S) et êtres vivants.

Le monde vivant présente une unité structurale et fonctionnelle mais aussi une très grande diversité ; cette diversité lui permet de se maintenir globalement au cours du temps et de s'étendre dans l'espace. Ainsi :

- la stabilité de la biosphère s'accompagne de la variabilité des espèces (évolution) ;
- la stabilité de l'espèce s'accompagne de la variabilité des individus (procréation, génétique) ;
- la stabilité de l'individu s'accompagne de la variabilité de certains de ses constituants (par exemple, le système immunitaire).

Comprendre l'évolution biologique et géologique de la planète requiert la capacité d'identifier des moments remarquables dans l'histoire de la Terre, de les ordonner, d'évaluer leur âge et de mesurer les durées qui les séparent.

I. 1 Introduction : approche du temps en biologie et géologie

(0,5 semaine)

L'objectif de cette partie est d'introduire le programme, de lui donner du sens, d'en faire percevoir le fil directeur et la logique. Il s'agit plus précisément de conduire les élèves à s'interroger sur les différentes échelles de temps utilisées pour comprendre l'évolution conjointe de la planète et de la biosphère. Cette introduction s'appuie sur la perception empirique du temps qu'ont les élèves. Elle ne constitue en aucun cas une liste de contenus ou de notions exigibles au baccalauréat.

Toutefois, si une notion utilisée dans l'introduction est reprise dans une autre partie du programme, elle pourra alors faire l'objet de questions à l'examen, ces questions se cantonnant exclusivement aux contenus et respectant les limites de la partie du programme correspondante. Les indications ci-dessous ne sont que des propositions.

I. 1. 1 Questions essentielles pouvant servir d'entrée dans le programme

- Comment la planète actuelle (avec ses habitants) s'est-elle construite au cours du temps ? Son fonctionnement a-t-il toujours été conforme à l'actuel ou s'est-il modifié au cours du temps ?
- Quels sont les événements majeurs qui jalonnent cette histoire ? Quand se sont-ils produits ? Comment peut-on les dater ? Comment peut-on apprécier leur durée ?
- Sur quel(s) critère(s), notamment temporel(s), peut-on définir la stabilité ou la variabilité d'un individu, d'une chaîne de montagne, d'une molécule, d'une espèce, d'un domaine océanique, etc. ?
- Quelles sont les durées caractéristiques d'existence d'un individu, d'une chaîne de montagne, d'une molécule, d'une espèce, d'un domaine océanique, etc. ?
- Les modifications de la planète et de ses habitants sont-elles continues ou discontinues ?

I. 1. 2 Méthodes et supports envisageables

– Repérer sur une frise du temps les grands événements déjà abordés au cours des classes précédentes en sciences de la vie et de la Terre.

– Par une recherche documentaire, faire construire une frise du temps en y plaçant les événements couramment évoqués dans la presse de vulgarisation scientifique et faire naître le besoin d'une justification rigoureuse (ou d'une remise en cause) de cette présentation.

Parmi les événements clés intéressants, on peut citer sans les développer, les exemples suivants :

- La formation de la Terre et sa différenciation
- L'apparition de la vie
- L'apparition de l'atmosphère oxydante
- La mise en place de la tectonique des plaques
- L'apparition de la cellule eucaryote
- L'apparition de la première coquille (ou du premier squelette)
- L'apparition du premier vertébré
- L'apparition de la première plante ligneuse
- L'apparition du premier être vivant aérien
- L'apparition du premier Hominidé
- Par une recherche documentaire :
 - faire classer les grands événements biologiques et géologiques selon leur durée ;
 - faire naître un questionnement sur le mode d'appréciation de la durée des phénomènes.
- Discuter sur un exemple de la continuité ou la discontinuité d'un phénomène selon l'échelle de temps utilisée pour le décrire.
- Discuter sur un exemple de la stabilité ou de la variabilité d'un objet, d'un mécanisme, etc., en fonction de la durée de son observation.

Parmi les « objets » et « mécanismes » dont on peut apprécier la durée :

- La planète Terre
- Une chaîne de montagne
- Une période glaciaire
- Une espèce
- Un individu
- Une molécule
- Une cellule
- Une réaction métabolique
- Le renouvellement du carbone de la biomasse
- Une division cellulaire

Les technologies de l'information et de la communication pourront contribuer à l'enseignement de toutes les parties du programme, grâce aux possibilités d'acquisition et de traitement de données par ordinateur, de modélisation, de simulation, et grâce aux ressources en ligne, notamment sur le réseau des sites institutionnels.

I. 2 Parenté entre êtres vivants actuels et fossiles – Phylogénèse – Évolution

(3 semaines)

À partir d'un réinvestissement de la classe de seconde (les plans d'organisation, l'unité des constituants cellulaires et génétiques, l'origine commune des espèces), on aborde la biodiversité et la recherche de la parenté entre espèces (phylogénèse). L'Homme, avec ses caractéristiques particulières, est situé au sein du règne animal. On montre ensuite que les êtres humains actuels appartiennent à une même espèce. On date l'émergence de cette espèce en la resituant dans l'histoire de la Terre.

ACTIVITÉS ENVISAGEABLES	NOTIONS ET CONTENUS
<p>Remobilisation rapide des acquis de seconde et de première.</p>	<p>Les êtres vivants partagent des propriétés communes (structure cellulaire, ADN, modalités de la réplication et de l'expression des gènes, code génétique). Ces propriétés traduisent une origine commune.</p> <p>L'état actuel du monde vivant résulte de l'évolution.</p> <p>Toutes les espèces vivantes actuelles et toutes les espèces fossiles sont apparentées mais elles le sont plus ou moins étroitement.</p>
<p>Étude sommaire de stades embryonnaires de différents vertébrés. Utilisation de pièces anatomiques pour établir les relations de parenté entre les vertébrés.</p> <p>Utilisation de logiciels permettant des comparaisons moléculaires entre les vertébrés (hémoglobine, myoglobine).</p> <p>Utilisation de logiciels établissant des arbres phylogénétiques. Lecture et critique d'arbres phylogénétiques.</p>	<p>La recherche de parenté chez les vertébrés – L'établissement de phylogénies</p> <p>L'établissement de relations de parenté entre les vertébrés actuels s'effectue par comparaison de caractères homologues (embryonnaires, morphologiques, anatomiques et moléculaires).</p> <p>Les comparaisons macroscopiques prennent en compte l'état ancestral et l'état dérivé des caractères.</p> <p>Seul le partage d'états dérivés des caractères témoigne d'une étroite parenté.</p> <p>Ces relations de parenté contribuent à construire des arbres phylogénétiques.</p> <p>Les ancêtres communs représentés sur les arbres phylogénétiques sont hypothétiques, définis par l'ensemble des caractères dérivés partagés par des espèces qui leur sont postérieures ; ils ne correspondent pas à des espèces fossiles précises.</p> <p>Une espèce fossile ne peut être considérée comme la forme ancestrale à partir de laquelle se sont différenciées les espèces postérieures.</p>
<p>Comparaisons chromosomiques et moléculaires. Chimpanzé-Homme ; Gorille-Homme.</p>	<p>La lignée humaine – La place de l'Homme dans le règne animal</p> <p>L'Homme est un eucaryote, un vertébré, un tétrapode, un amniote, un mammifère, un primate, un hominoïde, un hominidé, un homininé : ces caractères sont apparus successivement à différentes périodes de l'histoire de la vie.</p> <p>L'Homme partage un ancêtre commun récent avec le Chimpanzé et le Gorille. Cet ancêtre commun n'est ni un Chimpanzé (ou un Gorille) ni un homme.</p> <p>La divergence de la lignée des chimpanzés et de la lignée humaine peut être située il y a 7 à 10 millions d'années.</p>
<p>Comparaisons anatomiques entre l'Homme et le Chimpanzé : étude des caractéristiques anatomiques en relation avec la station bipède.</p>	<p>Les critères d'appartenance à la lignée humaine</p> <p>Les critères d'appartenance à la lignée humaine sont les caractères liés à la station bipède, au développement du volume crânien, à la régression de la face et aux traces fossiles d'une activité culturelle. On admet que tout fossile présentant au moins un de ces caractères dérivés appartient à la lignée humaine.</p>

ACTIVITÉS ENVISAGEABLES	NOTIONS ET CONTENUS
<p>Travail sur documents (réels, moulages, photographies, etc.) montrant des pièces anatomiques (boîtes crâniennes, bassins) : description, comparaison, classement.</p>	<p>Le caractère buissonnant de la lignée humaine</p> <p>La lignée humaine est représentée actuellement par une seule espèce.</p> <p>Plusieurs espèces d'homininés ont vécu entre 6 millions d'années et 100 000 ans, époque où apparaissent les <i>Homo sapiens</i>.</p> <p>Ces espèces appartiennent à deux genres : les Australopithèques et les Homo.</p> <p>Les Australopithèques possèdent des caractères dérivés de la lignée humaine en rapport avec la bipédie.</p> <p>Les espèces du genre Homo possèdent en outre des caractères dérivés crâniens marqués notamment par une augmentation du volume crânien et une réduction de la face.</p> <p>Les Australopithèques ont vécu entre 4 millions d'années (<i>Australopithecus anamensis</i>) et 1 million d'années (<i>A. robustus</i>). Les Homo les plus anciens (<i>H. habilis</i>) sont datés de 2,5 millions d'années. Plusieurs espèces d'Homininés ont donc vécu en même temps.</p> <p>Les Australopithèques formeraient un rameau de la lignée humaine détaché assez tôt de celui des Homo.</p> <p>Les espèces fossiles actuellement datées entre 4 millions et 1,5 million d'années sont toutes africaines. Cela peut s'expliquer par l'origine africaine de la lignée humaine ou par les conditions de fossilisation exceptionnelles de la vallée du rift africain.</p> <p>Les <i>Homo erectus</i> sont connus d'abord en Afrique (adolescent de Turkana : 1,6 million d'années) ; ils forment un groupe très diversifié dont l'évolution est marquée notamment par une augmentation graduelle du volume crânien. De nombreuses populations colonisent l'Afrique du Nord, l'Afrique du Sud, le Proche Orient, l'Asie et l'Europe.</p> <p>L'Homme de Néanderthal trouvé en Europe semble provenir de l'évolution d'<i>Homo erectus</i> ayant colonisé l'Europe.</p>
<p>Étude de la diversité de la répartition géographique des groupes sanguins.</p>	<p>L'origine des hommes modernes, <i>Homo sapiens</i></p> <p>Toutes les populations humaines actuelles partagent les mêmes allèles, avec une fréquence variable.</p> <p>La population ancestrale n'aurait compté que quelques dizaines de milliers d'individus.</p> <p><i>Homo sapiens</i> serait une nouvelle espèce apparue en Afrique ou au Proche Orient il y a 100 000 à 200 000 ans et aurait colonisé tous les continents en remplaçant <i>Homo erectus</i>.</p> <p><i>Limites : les arguments liés aux données sur l'ADN mitochondrial ne sont pas au programme.</i></p>

I. 3 Stabilité et variabilité des génomes et évolution

(6 semaines)

Cette partie du programme s'articule directement avec les acquis des classes de seconde et de première qu'elle complète (nature du matériel génétique et son expression, notion de mutant et de mutation, rôle de l'environnement dans l'élaboration du phénotype). Elle s'appuie sur des données récentes issues des études des génomes

pour mettre en évidence deux des processus importants de leur évolution : formation de nouveaux allèles et formation de nouveaux gènes par mutation et duplication de gènes. Elle montre le rôle de la reproduction sexuée dans la stabilité du génome et dans sa variabilité.

ACTIVITÉS ENVISAGEABLES	NOTIONS ET CONTENUS
<p>Comparaison de séquences nucléotidiques et protéiques : comparaison de différents allèles d'un gène, comparaison des gènes d'une famille multigénique (hémoglobines et myoglobine, gènes homéotiques, etc.).</p> <p>Utilisation de logiciels de traduction pour étudier les conséquences des mutations sur les protéines.</p>	<p>L'apport de l'étude des génomes : les innovations génétiques</p> <p>Au sein d'une espèce, le polymorphisme des séquences d'ADN résulte de l'accumulation de mutations au cours des générations. Suivant leur nature et leur localisation, les mutations (substitution, addition ou délétion d'un ou de plusieurs nucléotides) ont des conséquences phénotypiques variables.</p> <p>Au sein du génome d'une espèce, les similitudes entre gènes (familles de gènes) sont interprétées comme le résultat d'une ou plusieurs duplications d'un gène ancestral.</p> <p>La divergence des gènes d'une même famille s'explique par l'accumulation de mutations. Dans certains cas, ces processus peuvent conduire à l'acquisition de gènes correspondant à de nouvelles fonctions.</p> <p>Les innovations génétiques sont aléatoires et leur nature ne dépend pas des caractéristiques du milieu.</p> <p><i>Limites : les mécanismes à l'origine des mutations ou des duplications de gènes et l'étude des différents types d'ADN extragénique ne sont pas au programme.</i></p>
<p>Étude de deux cycles biologiques : celui d'un mammifère et celui d'un champignon ascomycète.</p> <p>Comparaison de caryotypes de cellules haploïdes et diploïdes.</p> <p>Observations cytologiques d'événements de méiose et de fécondation.</p> <p>Interprétation de caryotypes présentant une trisomie libre du chromosome 21.</p>	<p>Méiose et fécondation participent à la stabilité de l'espèce</p> <p>Chez les organismes présentant une reproduction sexuée, une phase haploïde et une phase diploïde alternent.</p> <p>La méiose assure le passage de la phase diploïde à la phase haploïde. Elle suit une phase de réplication de l'ADN et se compose de deux divisions cellulaires successives qui conduisent à la présence d'un lot haploïde de chromosomes par cellule fille.</p> <p>La fécondation rétablit la diploïdie en réunissant les lots haploïdes des gamètes d'une même espèce.</p> <p>Des perturbations dans la répartition des chromosomes lors de la formation des gamètes conduisent à des anomalies du nombre des chromosomes.</p> <p><i>Limites :</i> <i>L'étude de l'ovogenèse et de la spermatogenèse n'est pas au programme.</i> <i>L'étude des cycles autres que ceux d'un mammifère et d'un champignon ascomycète n'est pas au programme.</i> <i>Les mécanismes cellulaires et moléculaires de la fécondation ne sont pas au programme.</i> <i>Les différentes étapes de la prophase de la première division de la méiose ne sont pas au programme.</i></p>

ACTIVITÉS ENVISAGEABLES	NOTIONS ET CONTENUS
<p>Analyse de résultats de test-cross chez un organisme diploïde (cas d'un et de deux couples d'allèles).</p> <p>Réalisation, observation et analyse de préparations microscopiques d'asques (cas d'un couple d'allèles).</p>	<p>Méiose et fécondation sont à l'origine du brassage génétique</p> <p>La variabilité allélique se manifeste au sein de l'espèce par une hétérozygotie à de nombreux locus.</p> <p>La variabilité génétique est accrue par la réunion au hasard des gamètes lors de la fécondation et par les brassages intrachromosomique et interchromosomique lors de la méiose.</p> <p>Le brassage intrachromosomique, ou recombinaison homologue par crossing-over, a lieu entre chromosomes homologues appariés lors de la prophase de la première division de méiose.</p> <p>Le brassage interchromosomique est dû à la migration indépendante des chromosomes homologues de chaque paire lors de l'anaphase de la première division de méiose.</p> <p><i>Limites : les mécanismes de crossing-over, les calculs de distance génique et les termes de post-réduction et de pré-réduction ne sont pas au programme.</i></p>
<p>Étude de l'exemple du paludisme et de la fréquence de l'allèle βS de la globine ou du mélanisme de la phalène du bouleau.</p> <p>Comparaison de molécules homologues de différentes espèces, ayant les mêmes propriétés. Exemple : les hémoglobines de mammifères.</p> <p>Comparaison des caractères crâniens du fœtus de Chimpanzé et du fœtus humain. Acquisition plus tardive du caractère opposable du pouce chez le Chimpanzé que chez l'Homme. Comparaison de la durée du développement embryonnaire du système nerveux central de l'Homme et du Chimpanzé.</p>	<p>Étude de trois exemples de relations entre mécanismes de l'évolution et génétique</p> <p>Les innovations génétiques peuvent être favorables, défavorables ou neutres pour la survie de l'espèce.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Parmi les innovations génétiques, seules celles qui affectent les cellules germinales d'un individu peuvent avoir un impact évolutif. <p>Les mutations qui confèrent un avantage sélectif aux individus qui en sont porteurs ont une probabilité plus grande de se répandre dans la population.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Des mutations génétiques peuvent se répandre dans la population sans conférer d'avantage sélectif particulier (mutations dites neutres). ● Des mutations affectant les gènes de développement (notamment les gènes homéotiques) peuvent avoir des répercussions sur la chronologie et la durée relative de la mise en place des caractères morphologiques. De telles mutations peuvent avoir des conséquences importantes. <p><i>Limites : les mécanismes de la dérive génique ne sont pas au programme.</i></p>

I. 4 La mesure du temps dans l'histoire de la Terre et de la vie

(2 semaines)

Si les outils de mesure des durées des phénomènes biologiques actuels sont relativement familiers des élèves, il n'en est pas de même de ceux qui permettent d'apprécier les événements **longs** (par rapport à l'échelle humaine) et **anciens** (par rapport à l'approche historique).

La mesure du temps au-delà des époques historiques se fait en interprétant des phénomènes géologiques et biologiques enregistrés dans les roches et les fossiles. Pour cela, les géologues utilisent des outils de datation relative et absolue.

Selon son choix, le professeur peut consacrer un bloc de deux semaines à l'étude de ce chapitre ou le répartir sur une durée équivalente dans d'autres chapitres. Il est suggéré d'illustrer les méthodes de chronologie relative et absolue à partir d'exemples choisis dans les chapitres « Convergence (subduction, collision) » et « Parenté entre êtres vivants actuels et fossiles – phylogénèse – évolution ». Quelle que soit la solution pédagogique choisie, les objectifs cognitifs à atteindre sont ceux énoncés ci-dessous.

ACTIVITÉS ENVISAGEABLES	NOTIONS ET CONTENUS
<p>Datation relative d'événements à partir d'exemples et d'observations :</p> <ul style="list-style-type: none"> – sur le terrain (superposition, discordance et déformation des couches) ; – sur des échantillons (fossiles, minéraux) ; – sur des coupes géologiques (discordances, intrusions) ; – sur des photographies et des images à diverses échelles (discordances). 	<p>Datation relative</p> <p>La datation relative permet d'ordonner les uns par rapport aux autres des structures (strates, plis, failles, minéraux) et des événements géologiques variés (discordance, sédimentation, intrusion, orogénèse).</p> <p><i>Limites : le détail des structures, leur inventaire exhaustif et les mécanismes de déformation ne sont pas au programme.</i></p> <p>La datation relative repose sur les principes de la chronologie relative qui ont permis d'établir l'échelle stratigraphique des temps géologiques. Ces principes sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> – superposition ; – continuité ; – recoupement ; – identité paléontologique. <p><i>Limites :</i> <i>L'utilisation de ces principes pour l'établissement de l'échelle stratigraphique internationale n'est pas au programme.</i> <i>La connaissance de l'échelle stratigraphique internationale des temps géologiques n'est pas au programme.</i> <i>La reconstitution de l'histoire géologique d'une région n'est pas au programme ; on se limitera à l'étude de successions simples d'événements géologiques.</i></p>
<p>Calcul de l'âge d'une couche à partir de résidus de bois carbonisés (traces de peuplement, coulées volcaniques récentes ayant brûlé une végétation).</p>	<p>Datation absolue</p> <p>La chronologie absolue, en donnant accès à l'âge des roches et des fossiles, permet de mesurer les durées des phénomènes géologiques. Elle permet aussi de situer dans le temps l'échelle relative des temps géologiques.</p> <p>La chronologie absolue est fondée sur la décroissance radioactive de certains éléments chimiques : elle exploite la relation qui existe entre rapports isotopiques et durée écoulée depuis la « fermeture du système » contenant les isotopes.</p> <p>Les radio-chronomètres sont choisis en fonction de la période de temps que l'on cherche à explorer.</p>

ACTIVITÉS ENVISAGEABLES	NOTIONS ET CONTENUS
<p>Utilisation de datations absolues K-Ar pour encadrer l'âge de gisements fossilifères d'hominidés dans les séries volcanosédimentaires du rift est-africain.</p>	<p>Pour les derniers millénaires, on utilise le carbone 14 (^{14}C) dont la quantité lors de la fermeture du système est connue. La mesure de la quantité de ^{14}C restante dans l'échantillon permet de trouver un âge. Lorsque tous les éléments radioactifs ont disparu de l'échantillon, la datation n'est plus possible.</p> <p>Pour des périodes plus anciennes, on peut, par exemple, utiliser le couple potassium-argon (K-Ar). La quantité initiale lors de la fermeture du système est négligeable. La contamination par l'argon de l'atmosphère rend difficile la détection de l'argon issu de la désintégration du potassium avant que la roche ait atteint un certain âge. On utilise aussi le couple rubidium-strontium (Rb-Sr). Pour trouver l'âge d'une roche, il est alors nécessaire de mesurer les rapports isotopiques de plusieurs minéraux de la même roche ayant cristallisé au même moment (les quantités initiales des éléments et le moment de la fermeture du système étant inconnus).</p> <p><i>Limites : la signification des rapports isotopiques initiaux n'est pas au programme.</i></p>

Remarque : la datation absolue des objets naturels en sciences de la Terre est une illustration pratique du principe de la décroissance radioactive étudié en sciences physiques et de la fonction exponentielle étudiée en mathématiques : une coordination entre les enseignants des disciplines scientifiques pourra être développée à ce sujet.

I. 5 La convergence lithosphérique et ses effets

(4 semaines)

Les notions sur la structure du globe et la convection du manteau, les connaissances sur les plaques lithosphériques et leur cinématique, sur certains processus magmatiques ont été acquises en classe de première. Les principales caractéristiques de la convergence introduites en première sont réinvesties pour traiter les phénomènes liés à la convergence des plaques.

La convergence lithosphérique est caractérisée :

- par le rapprochement de repères fixés aux plaques ;
- par une destruction de surface lithosphérique ;
- par la formation de reliefs.

I. 5. 1 Convergence et subduction

ACTIVITÉS ENVISAGEABLES	NOTIONS ET CONTENUS
<p>Analyse de documents (cartes, coupes, base de données sismiques, photographies) permettant de dégager les principales caractéristiques des marges actives actuelles : fosse océanique, chaîne de montagnes, arc magmatique, prisme d'accrétion, bassin arrière-arc.</p>	<p>● La convergence se traduit par la disparition de lithosphère océanique dans le manteau, ou subduction.</p> <p>La lithosphère océanique s'enfonce sous la marge active d'une plaque comprenant une croûte continentale ou une croûte océanique. Les caractéristiques principales des zones de subduction sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La présence de reliefs particuliers (positifs et négatifs). - Une activité magmatique importante. - Une déformation lithosphérique importante. - Une répartition particulière des flux de chaleur.

ACTIVITÉS ENVISAGEABLES	NOTIONS ET CONTENUS
<p><i>On exclura tout document relatif à la gravimétrie.</i></p> <p>Construction de plan(s) de Wadati/Benioff à partir des profondeurs des foyers des séismes.</p> <p>À partir des densités moyennes de la croûte océanique et du manteau lithosphérique, calcul de la densité moyenne de la lithosphère océanique en fonction de son épaisseur et de son âge. Comparaison avec la densité de l'asthénosphère.</p>	<p><i>Limites : les caractéristiques gravimétriques des zones de subduction ne sont pas au programme.</i></p> <p>La distribution géométrique des séismes matérialise le plongement d'une portion rigide de lithosphère à l'intérieur du manteau plus chaud et ductile.</p> <p><i>Limites : l'étude exhaustive de la diversité des structures et des fonctionnements des zones de subduction n'est pas au programme. On se limite à la distinction entre subduction sous une marge continentale et subduction intra-océanique.</i></p> <p>L'évolution de la lithosphère océanique qui s'éloigne de la dorsale s'accompagne d'une augmentation de sa densité, jusqu'à dépasser la densité de l'asthénosphère : cette différence de densité est l'un des principaux moteurs de la subduction.</p>
<p>Étude (texture, composition) de roches magmatiques : volcaniques (andésite, rhyolite) et plutoniques (granitoïde).</p> <p>Observation des minéraux et des structures minérales témoignant de transformations minéralogiques dans les metabasaltes ou métagabbros de la croûte océanique subduite : minéraux typiques des zones de subduction (glaucophane, grenat, jadéite).</p> <p>Utilisation de grilles pétrogénétiques pour retrouver les conditions d'apparition de ces minéraux.</p>	<p>● Les zones de subduction sont le siège d'une importante activité magmatique caractéristique : volcanisme, mise en place de granitoïdes.</p> <p><i>Limites : les caractéristiques chimiques des séries magmatiques et la diversité des dynamismes éruptifs ne sont pas au programme.</i></p> <p>Le magma provient de la fusion partielle des péridotites au-dessus du plan de Bénioff ; cette fusion est due à l'hydratation du manteau.</p> <p>L'eau provient de la déshydratation des roches de la plaque plongeante. Le long du plan de Bénioff, les roches de la lithosphère océanique sont soumises à des conditions de pression et de température différentes de celles de leur formation. Elles se transforment et se déshydratent. Des minéraux caractéristiques des zones de subduction apparaissent.</p>

I. 5. 2 Convergence et collision continentale

La collision résulte de la convergence de deux lithosphères continentales. Elle fait suite en général à une subduction et conduit à la formation d'une chaîne de montagnes. Ces phénomènes sont abordés à partir de quelques aspects de la géologie des Alpes franco-italiennes. En aucun cas, il ne s'agit d'une étude exhaustive de la chaîne ou de sa formation.

ACTIVITÉS ENVISAGEABLES	NOTIONS ET CONTENUS
<p>Reconnaissance et étude (terrain, coupes, photographies) des indices d'une subduction et d'une collision :</p> <ul style="list-style-type: none"> – roches, structures minéralogiques portant les traces de la subduction ; – plis, failles et charriages : traces de la collision. <p>Mise en évidence de l'épaississement à partir de l'analyse de profils sismiques levés au travers de chaînes de montagnes.</p>	<p>Dans les Alpes franco-italiennes affleurent des roches qui contiennent des témoins minéralogiques des conditions de pression et de température d'une subduction. Il s'agit d'éléments d'une ancienne lithosphère océanique subduite et ramenée en surface (ophiolites).</p> <p>Dans les Alpes franco-italiennes affleurent des témoins de marges passives : sédiments, blocs basculés et de croûte océanique non subduite (ophiolites). Les marges passives sont déformées et témoignent de la collision continentale. La convergence est ici absorbée par la déformation des marges qui se raccourcissent et s'épaississent, conduisant à la formation d'une chaîne de montagnes. Les conséquences les plus visibles du raccourcissement et de l'épaississement de la croûte continentale sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> – une topographie particulière (des reliefs élevés associés à une racine crustale) ; – des plis, des failles et des charriages. <p><i>Limites : les mécanismes de l'obduction ne sont pas au programme. Le détail des structures, leur inventaire exhaustif et les mécanismes de déformation ne sont pas au programme.</i></p> <p>Après la collision, la chaîne de montagnes est le lieu d'une évolution tardive : érosion en surface, fusion partielle en profondeur.</p> <p><i>Limites : les processus d'évolution tardive des chaînes sont simplement évoqués ; ils ne sont pas au programme et ne feront pas l'objet d'une question au baccalauréat.</i></p> <p>La fin de ce chapitre est l'occasion de dresser un rapide bilan de la dynamique de la lithosphère, de l'ouverture océanique à la naissance d'une chaîne de montagnes.</p>

I. 6 Procréation

(6 semaines)

Les mécanismes cellulaires de la méiose et de la fécondation sont apparus au cours du temps en association avec des phénomènes physiologiques et comportementaux (reproduction sexuée et sexualité).

On aborde les problèmes en se plaçant dans la perspective d'une étude développementale : dans le prolongement de l'étude du génotype au phénotype du programme de première S, on envisage les mécanismes en jeu dans la réalisation du phénotype sexuel à partir du génotype.

Les notions étudiées en classe de première sur les caractéristiques d'un système de régulation à propos de la glycémie sont réinvesties pour l'étude d'une régulation plus complexe (trois niveaux de régulation : gonades, hypophyse, hypothalamus).

Cette étude permet d'aborder les notions de neurohormone sécrétée par l'hypothalamus, de rétroactions hormonales, de cycle menstruel, de puberté et de ménopause.

Les Hominidés se différencient des autres mammifères par une dissociation partielle entre sexualité et reproduction.

La connaissance des mécanismes régulateurs du cycle menstruel permet la maîtrise de la procréation qui, par certains de ses développements, pose des problèmes éthiques.

ACTIVITÉS ENVISAGEABLES	NOTIONS ET CONTENUS
	<p>La reproduction sexuée (méiose, fécondation) apparaît dès les eucaryotes unicellulaires.</p> <p>Dans le groupe des vertébrés, chez les mammifères placentaires, elle se caractérise par l'acquisition de la viviparité.</p> <p><i>Limites : seule la reproduction sexuée chez les mammifères placentaires est au programme.</i></p>
<p>Dissection de l'appareil génital de la souris mâle et femelle.</p> <p>Exploitation de données concernant l'évolution des phénotypes sexuels mâle et femelle au cours du développement du fœtus.</p>	<p>Du sexe génétique au sexe phénotypique</p> <p>Chez les mammifères, les structures et la fonctionnalité des appareils sexuels mâle et femelle sont acquises en quatre étapes au cours du développement :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1ère étape : stade phénotypique indifférencié. Mise en place d'un appareil génital indifférencié dont la structure est commune aux deux sexes (génétiquement XX et XY). - 2ème étape : du sexe génétique au sexe gonadique. <ul style="list-style-type: none"> - Sur le chromosome Y, au cours du développement précoce, le gène Sry est activé et donne naissance à la protéine TDF, signal de développement des gonades en testicules : acquisition du sexe gonadique mâle. - Sur le chromosome X, il n'y a pas de gène Sry. En l'absence de la protéine TDF, les glandes deviennent des ovaires : acquisition du sexe gonadique femelle. - 3ème étape : du sexe gonadique au sexe phénotypique différencié. La mise en place du sexe phénotypique mâle se fait sous l'action des hormones testiculaires et de l'hormone antimullerienne. Celle du sexe phénotypique femelle s'effectue en absence de ces hormones. - 4ème étape : la puberté. L'acquisition de la fonctionnalité des appareils sexuels mâle et femelle et des caractères sexuels secondaires se fait sous le contrôle des hormones sexuelles (testostérone chez le mâle, oestrogènes chez la femelle).
<p>Observations microscopiques de spermatozoïdes et de coupes de testicules de mammifère.</p> <p>Étude comparée des variations des concentrations plasmatiques de testostérone et de gonadostimulines.</p> <p>Établissement du schéma fonctionnel du système de régulation de la testostéronémie.</p>	<p>Régulation physiologique de l'axe gonadotrope : intervention de trois niveaux de contrôle</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Chez l'homme <p>Activité testiculaire</p> <p>Les testicules produisent des spermatozoïdes et de la testostérone de manière continue de la puberté jusqu'à la fin de la vie.</p> <p>L'homéostat de la testostéronémie est indispensable à la fonctionnalité de l'appareil sexuel mâle.</p> <p>Contrôle par l'hypothalamus</p> <p>La sécrétion de testostérone ainsi que la production de spermatozoïdes sont déterminées par la production continue des gonadostimulines hypophysaires – FSH et LH – induite par la sécrétion pulsatile de GnRH, neurohormone hypothalamique. La GnRH est sécrétée sous l'influence de stimulus d'origine interne ou externe.</p> <p>La testostéronémie est détectée en permanence par le complexe hypothalamo-hypophysaire.</p> <p>La testostérone exerce sur ce complexe une rétroaction négative : ainsi, la testostéronémie est constante.</p>

ACTIVITÉS ENVISAGEABLES	NOTIONS ET CONTENUS
<p>Observation microscopiques de coupes d'utérus. Observation microscopiques de coupes d'ovaires.</p> <p>Observation d'encéphales de mammifères permettant la localisation de la région hypothalamique et de l'hypophyse.</p> <p>Analyses d'expériences relatives au rôle endocrine des ovaires et au contrôle exercé par le complexe hypothalamo-hypophysaire (vidéos, logiciels, etc.).</p> <p>Études des courbes montrant le synchronisme des variations des concentrations plasmatiques d'hormones ovariennes et hypophysaires au cours du cycle menstruel.</p>	<p>● Chez la femme</p> <p>Le complexe hypothalamo-hypophysaire détermine et règle de façon cyclique, de la puberté à la ménopause, la sécrétion des hormones ovariennes, ce qui a pour conséquence le fonctionnement cyclique des organes cibles de ces hormones. Cette coordination aboutit à réunir les conditions optimales d'une fécondation et d'une nidation.</p> <p>Cycle utérin : modifications structurales et fonctionnelles permettant l'implantation de l'embryon.</p> <p>Cycle ovarien : l'évolution cyclique des follicules ovariens entraîne la sécrétion également cyclique des oestrogènes et de la progestérone. Les organes cibles de ces hormones, utérus en particulier, évoluent donc aussi de façon cyclique.</p> <p>Contrôle par l'hypothalamus : cette évolution est sous le contrôle de la sécrétion des gonadostimulines hypophysaires – FSH et LH –, elle-même permise par la sécrétion pulsatile de GnRH, neurohormone hypothalamique qui comme chez l'homme est sécrétée sous l'influence de stimulus d'origine interne ou externe. L'événement majeur du cycle est la libération brutale de LH, qui provoque l'ovulation. Le caractère cyclique de la sécrétion des gonadostimulines est lié à des rétroactions négatives et positives entre ovaire et complexe hypothalamo-hypophysaire (mise en jeu d'un servomécanisme).</p>
<p>Observation d'électronographies de glaire cervicale.</p> <p>Utilisation de tests de grossesse.</p> <p>Exploitation de résultats de castrations, greffes, injections.</p>	<p>Rencontre des gamètes et début de grossesse</p> <p>La rencontre des gamètes est conditionnée au moins en partie par la qualité de la glaire cervicale. La fécondation a lieu dans le tiers supérieur des trompes et n'est possible que pendant une brève période après l'ovulation.</p> <p>Après fécondation et nidation, la sécrétion de l'hormone HCG par le tout jeune embryon permet la poursuite de l'activité du corps jaune et, par conséquent, la sécrétion de progestérone indispensable au maintien de la muqueuse utérine au début de la grossesse.</p> <p>● Aspect comportemental</p> <p>Il existe une relation directe entre comportement sexuel et sécrétion hormonale.</p> <p>Chez les mammifères non hominidés, l'acceptation du mâle par la femelle est déterminée par la sécrétion d'oestrogènes (oestrus).</p> <p>Chez le mâle, le comportement de rut est dépendant de la sécrétion de testostérone et des stimulus émis par la femelle.</p> <p>Dissociation entre hormones et comportement sexuel : l'Homme est capable de maîtriser sa procréation. Son comportement sexuel est partiellement dissocié de son activité hormonale.</p>

ACTIVITÉS ENVISAGEABLES	NOTIONS ET CONTENUS
<p>Analyse de documents concernant des contraceptifs et des contraceptifs oraux (RU 486) et la pilule du lendemain.</p> <p>Analyse de documents concernant des procréations médicalement assistées.</p> <p>Analyse de textes relatifs aux problèmes éthiques liés aux progrès médicaux dans la maîtrise de la reproduction humaine.</p>	<p>● Maîtrise de la procréation</p> <p>– Régulation des naissances</p> <p>La contraception hormonale féminine s'appuie sur l'ensemble des connaissances acquises sur la régulation hormonale de la physiologie sexuelle.</p> <p>La contraception hormonale masculine est encore à l'état de recherche.</p> <p>Le couple peut utiliser d'autres moyens contraceptifs pour empêcher la rencontre des gamètes ou l'implantation de l'embryon.</p> <p>– Aide médicalisée à la procréation</p> <p><i>Le suivi de la grossesse</i></p> <p>Pendant toute la grossesse, la femme et son fœtus sont médicalement surveillés grâce à différents moyens d'investigation (analyses sanguines, échographies et, si des doutes apparaissent, amniocentèse ou choriocentèse pour dépister une anomalie grave du fœtus).</p> <p>Dans le cas de la détection d'une anomalie grave, diverses mesures sont mises en œuvre qui peuvent aller jusqu'à proposer une IVG thérapeutique.</p> <p><i>Infertilité et procréation médicalement assistée</i></p> <p>Différentes techniques médicales peuvent apporter des solutions : insémination artificielle, FIVETE, ICSI.</p>

I. 7 Immunologie

(4 semaines)

Les défenses immunitaires sont capables de distinguer les cellules et molécules d'un individu des éléments étrangers ou qui le sont devenus. Elles sont capables d'éliminer ces éléments étrangers à l'organisme.

Déjà étudiées en classe de troisième, les réactions immunitaires innées font partie des connaissances des élèves et ne sont pas développées en dehors de leur action de coopération lors des phases effectrices des réactions immunitaires acquises. Leur importance est cependant rappelée.

Les réactions immunitaires acquises sont propres aux vertébrés ; elles impliquent reconnaissance acquise et mémoire. Leur étude est abordée à partir d'un exemple, le SIDA, qui sert de support à des généralisations sur les aspects fondamentaux du fonctionnement du système immunitaire.

Les notions et contenus du programme ont été rédigés de manière exhaustive pour souligner leurs limites, dans la mesure où l'étude du virus de l'immunodéficience humaine (VIH) et du SIDA servent de support à l'étude de l'immunologie.

Cette partie, en prolongement de la première S, permet de réfléchir sur le phénotype (l'adaptabilité et la variabilité du système immunitaire) et sur son évolution au cours du temps, résultat de l'interaction entre le génotype et l'environnement. Cette variabilité du système immunitaire assure l'intégrité et donc la stabilité des organismes.

ACTIVITÉS ENVISAGEABLES	NOTIONS ET CONTENUS
<p>Étude de documents concernant le VIH et le SIDA.</p> <p>Réalisation d'un test de type ELISA.</p> <p>Interprétation de données portant sur la caractérisation de protéines à l'aide de la technique du Western Blot.</p> <p>Utilisation de banques de données permettant d'étudier les séquences d'acides aminés correspondant aux différentes parties des anticorps.</p>	<p>Une maladie qui touche le système immunitaire : le SIDA (syndrome d'immunodéficience acquise)</p> <p>● Le VIH et la primo-infection</p> <p>Le VIH (virus de l'immunodéficience humaine) est transmis par voie sexuelle, par voie sanguine ou au cours de la grossesse de la mère à l'enfant.</p> <p>Le VIH appartient à la catégorie des rétrovirus (virus à ARN).</p> <p>Les cellules cibles du VIH sont principalement des cellules immunitaires : lymphocytes T4, monocytes et macrophages, ces dernières cellules (monocytes et macrophages) jouant un rôle de véritable réservoir, notamment dans les ganglions lymphatiques. Elles possèdent des protéines membranaires auxquelles le virus s'amarre par l'intermédiaire d'une protéine de son enveloppe (la plus importante de ces protéines membranaires étant CD4), ce qui lui permet de pénétrer dans la cellule hôte.</p> <p><i>Limites : l'étude des protéines membranaires – ancrages du virus autres que le CD4 – n'est pas au programme.</i></p> <p>Une enzyme virale, la transcriptase inverse, transcrit l'ARN viral en ADN dans les cellules infectées. Cet ADN est intégré au génome de la cellule et s'exprime, permettant la reproduction du virus sous forme de particules virales infectieuses et leur dissémination, notamment dans les organes lymphoïdes.</p> <p><i>Limites : la nature, l'origine de l'enveloppe virale, les mécanismes d'entrée, de prolifération, de libération du virus ainsi que les tissus cibles du VIH autres que le système immunitaire ne sont pas au programme.</i></p> <p>Pendant cette période, les symptômes se limitent le plus souvent à ceux d'une maladie virale bénigne.</p> <p>● La phase asymptomatique</p> <p>– Deux semaines à quelques mois après la contamination, la présence dans le sang de différents anticorps anti-VIH est décelée, le sujet est dit alors « séropositif pour le VIH ».</p> <p>– Apparaissent en même temps dans le sang du sujet contaminé des lymphocytes T cytotoxiques spécifiques dirigés contre les cellules infectées par le VIH.</p> <p>– Pendant cette période asymptomatique de plusieurs années, les défenses immunitaires restent actives mais les virus continuent à se multiplier et le nombre de lymphocytes T4 à diminuer.</p> <p>● Le sida : phase symptomatique</p> <p>En absence de traitement, le nombre des LT4 baisse. Le sida se caractérise alors par diverses maladies opportunistes.</p>

ACTIVITÉS ENVISAGEABLES	NOTIONS ET CONTENUS
<p>Utilisation de logiciels de modélisation moléculaire montrant les anticorps et la réaction antigène-anticorps.</p> <p>Expériences montrant la formation d'un complexe antigène-anticorps : test d'Ouchterlony.</p> <p>Observation des lymphocytes en microscopie photonique et électronique.</p> <p>Comparaison lymphocyte B et plasmocyte au microscope électronique.</p> <p>Observation de lymphocytes T cytotoxiques en présence de cellules cibles.</p>	<p>Les processus immunitaires mis en jeu – Généralisation</p> <p>Les anticorps : agents du maintien de l'intégrité du milieu extracellulaire.</p> <p>La séropositivité pour le VIH correspond à la présence d'anticorps spécifiques, dirigés contre certaines protéines du virus.</p> <p>La synthèse d'anticorps est la signature d'une réaction de l'organisme à la présence d'éléments étrangers.</p> <p>Les anticorps sont des effecteurs de l'immunité acquise. Ils agissent dans le milieu extracellulaire (ou milieu intérieur) en se liant spécifiquement aux antigènes qui ont déclenché leur formation.</p> <p>Les anticorps sont des immunoglobulines, protéines circulantes du milieu intérieur constituées d'une partie constante et d'une partie variable.</p> <p>La spécificité des anticorps est due à la partie variable.</p> <p>La liaison antigène-anticorps entraîne la formation de complexes immuns, favorisant l'intervention de mécanismes innés d'élimination de ces complexes.</p> <p><i>Limites : les mécanismes d'élimination sont limités à la phagocytose.</i></p> <p>Les cellules phagocytaires (macrophages, polynucléaires), exprimant des récepteurs de la partie constante des anticorps, fixent par l'intermédiaire de ces récepteurs les complexes immuns et les éliminent par phagocytose.</p> <p><i>Limites : la mise en jeu des protéines du complément est hors programme.</i></p> <p>Les anticorps sont produits par des lymphocytes B sécréteurs ou plasmocytes.</p> <p>De très nombreux clones de lymphocytes B, se distinguant par leurs anticorps membranaires qui servent de récepteurs pour l'antigène, préexistent avant tout contact avec celui-ci.</p> <p>La reconnaissance d'un antigène donné par un lymphocyte B porteur d'un récepteur spécifique de cet antigène entraîne la multiplication de ce lymphocyte et la formation d'un clone de lymphocytes B ayant la même spécificité.</p> <p>Les lymphocytes B obtenus se différencient en plasmocytes et en lymphocytes B mémoire.</p> <p>Dans la majorité des réactions immunitaires, cette multiplication est dépendante d'une autre population de lymphocytes : les lymphocytes T4 (voir 3).</p> <p>Les anticorps dirigés contre les protéines virales peuvent bloquer la pénétration des virus dans les cellules, mais ne peuvent pas agir sur les cellules déjà infectées.</p> <p>Les lymphocytes T cytotoxiques (T8) : agents du maintien de l'intégrité des populations cellulaires.</p> <p>Les lymphocytes T cytotoxiques sont aussi des effecteurs de l'immunité spécifique.</p>

ACTIVITÉS ENVISAGEABLES	NOTIONS ET CONTENUS
	<p>Les cellules infectées expriment à leur surface des fragments peptidiques issus des protéines du pathogène, que n'expriment pas les cellules saines.</p> <p>Les lymphocytes T, par leurs récepteurs T spécifiques, reconnaissent les cellules infectées.</p> <p>Cette reconnaissance déclenche un mécanisme d'élimination des cellules infectées par ces lymphocytes T cytotoxiques.</p> <p>La production de lymphocytes T cytotoxiques spécifiques à partir de lymphocytes T pré-cytotoxiques repose sur des étapes (sélection, multiplication, différenciation, intervention des lymphocytes T4) voisines de celles conduisant à la production de lymphocytes B sécréteurs.</p> <p><i>Limites :</i> <i>L'étude des étapes de sélection, multiplication, différenciation, intervention des lymphocytes T4 n'est pas au programme.</i> <i>En particulier, l'étude de la nature des récepteurs T et des mécanismes de présentation des peptides antigéniques par les cellules présentatrices de l'antigène n'est pas au programme.</i> <i>Le rôle du CMH est hors programme.</i></p> <p>Dans le cas du SIDA, la destruction des lymphocytes T4 par les lymphocytes T cytotoxiques limite la progression de l'infection virale mais l'incorporation du génome viral dans les cellules infectées maintient la contamination.</p> <p>Les lymphocytes T4 : pivots des réactions immunitaires spécifiques.</p> <p>À la suite de l'entrée d'un antigène dans l'organisme, des lymphocytes T4 spécifiques de cet antigène se différencient en lymphocytes T4 sécréteurs de messagers chimiques (interleukines).</p> <p>Les interleukines stimulent la multiplication et la différenciation des lymphocytes B et des lymphocytes T sélectionnés.</p> <p><i>Limites : les mécanismes et les modalités de l'activation des lymphocytes T4, en particulier la présentation de l'antigène par les cellules présentatrices, ne sont pas au programme.</i></p> <p>Dans le cas du SIDA, la disparition des lymphocytes T4 empêche la production d'anticorps et de lymphocytes T cytotoxiques contre des agents microbiens variés. Ceci permet l'apparition de maladies opportunistes.</p> <p>Les conséquences de l'effondrement des défenses immunitaires prouvent qu'en permanence les mécanismes immunitaires sont à l'œuvre et montrent le rôle essentiel des lymphocytes T4 dans la majorité de ces réactions.</p>
<p>Étude de documents concernant une vaccination antivirale.</p>	<p>Les vaccins et la mémoire immunitaire</p> <p>Les espoirs pour un vaccin anti-VIH.</p> <p>Des vaccins ont été mis au point contre différents virus.</p> <p>Ils reproduisent une situation naturelle, celle de l'immunité acquise contre ces virus après une première infection guérie.</p>

ACTIVITÉS ENVISAGEABLES	NOTIONS ET CONTENUS
	<p>Le premier contact avec l'antigène entraîne une réaction lente et quantitativement peu importante, alors que le second contact entraîne une réaction beaucoup plus rapide et quantitativement plus importante.</p> <p>Cette mémoire immunitaire s'explique par la formation, après un premier contact avec un antigène, de lymphocytes B mémoire et de lymphocytes T4 mémoire.</p> <p>Ces cellules sont plus nombreuses que les lymphocytes B ou T4 vierges, de même spécificité ; elles ont une durée de vie plus longue et elles réagissent très rapidement lors d'un second contact avec l'antigène.</p> <p>Dans le cas du virus du SIDA, il s'agit de trouver un vaccin contre un virus qui n'est pas vaincu par les défenses immunitaires naturelles.</p> <p>Le virus du SIDA mutant constamment, une des difficultés de la mise au point d'un vaccin est d'identifier une protéine invariable et accessible à la surface du virus.</p> <p><i>Limites : l'étude des différents types de vaccins n'est pas au programme.</i></p> <p>Le phénotype immunitaire : interaction entre le génotype et l'environnement.</p> <p>Le phénotype immunitaire, c'est-à-dire l'ensemble des spécificités des lymphocytes B et T à un moment donné de la vie d'un individu (ou « répertoire » des anticorps et des récepteurs des cellules T), résulte d'une interaction complexe entre le génotype et l'environnement.</p> <p>Grâce à des mécanismes génétiques originaux, l'organisme produit des lymphocytes T et B d'une infinie diversité.</p> <p>Parmi ces cellules, la très grande majorité, notamment celles qui sont potentiellement dangereuses pour l'organisme (« auto-réactives »), sont éliminées. Celles qui subsistent sont sélectionnées par les antigènes des cellules malades ou des pathogènes présents.</p> <p>Ces cellules sont à l'origine des clones actifs dans la défense immunitaire.</p> <p>Il en résulte un phénotype qui change sans cesse en s'adaptant à l'environnement (variabilité).</p> <p>La vaccination est un processus artificiel qui fait évoluer ce phénotype immunitaire.</p> <p><i>Limites : les causes de diversité et de formation des clones de lymphocytes B et T et les mécanismes de la délétion de clones autoréactifs ne sont pas au programme.</i></p>

I. 8 Couplage des événements biologiques et géologiques au cours du temps

(1,5 semaine)

L'aspect continu ou discontinu des processus biologiques et géologiques dépend de l'échelle de temps à laquelle on les observe. Ainsi, l'espèce humaine observée à l'échelle de la durée de vie de ses individus est stable, alors que l'étude de la lignée humaine introduit l'existence de discontinuités. De même, une série sédimentaire, sans lacune, est un enregistrement continu du temps écoulé entre la base et le sommet du dépôt. Elle est pourtant formée d'un empilement de couches successives séparées par des discontinuités traduisant des changements environnementaux, chaque couche pouvant représenter une durée différente indépendante de son épaisseur.

ACTIVITÉS ENVISAGEABLES	NOTIONS ET CONTENUS
Repérage des crises en analysant des indices sédimentologiques et paléontologiques dans des colonnes stratigraphiques.	À l'échelle des temps géologiques, des modifications brutales et globales liées à des événements planétaires affectent le monde vivant : ce sont les crises. Elles alternent avec des périodes plus longues de relative stabilité.
Exemple de l'extinction des dinosaures, des ammonites et de la majorité des foraminifères planctoniques.	<p>La limite Crétacé-Tertiaire : un événement géologique et biologique majeur</p> <p>La limite Crétacé-Tertiaire (il y a 65 millions d'années) est caractérisée par l'extinction massive et rapide d'espèces et de groupes systématiques des milieux continentaux et océaniques. Certains groupes survivent à la crise, ils se diversifient rapidement en occupant toutes les niches écologiques.</p> <p>L'origine de ces événements pourrait être la conjonction de deux phénomènes géologiques.</p> <p>Le premier est lié à la dynamique de la planète et correspond notamment aux conséquences de la mise en place des trapps du Deccan ; le second est associé à la chute d'un astéroïde dont le cratère de Chixulub est la trace.</p>
Analyse de documents relatant les conséquences à plus ou moins long terme du comportement humain sur la préservation ou la destruction de l'environnement.	<p>Les crises biologiques, repères dans l'histoire de la Terre</p> <p>Au cours de l'histoire de la Terre, les phénomènes comme la crise Crétacé-Tertiaire ont un caractère exceptionnel. Ils ont une influence majeure sur l'évolution de la biosphère.</p> <p>Durant les 500 derniers millions d'années, sont survenues plusieurs crises majeures pour lesquelles des extinctions biologiques massives sont corrélées à :</p> <ul style="list-style-type: none"> - des phénomènes géologiques internes (tectonique des plaques, panaches mantelliques et volcanisme associé) ; - des phénomènes d'origine extraterrestre (chute d'astéroïdes). <p>Produit récent de l'évolution biologique, l'Homme a les moyens d'avoir une influence sur l'avenir de la planète.</p> <p>Changements géologiques et modifications de la biosphère sont interdépendants.</p>

II - Enseignement de spécialité

Thème 1 : Du passé géologique à l'évolution future de la planète

(7 semaines)

Les notions de géologie acquises de la classe de seconde à celle de terminale permettent de comprendre le fonctionnement général de la planète, de ses enveloppes externes à ses domaines les plus internes. L'enseignement de spécialité précise quelques aspects de ce fonctionnement, à différentes échelles spatiales et temporelles. Il est l'occasion de montrer que l'étude des évolutions passées de la planète, fondée sur une démarche raisonnée intégrant des observations géologiques variées et des mécanismes physiques et chimiques simples, procure des éléments de réflexion et des modèles pour appréhender l'évolution future de la planète. La prévision des climats du futur est un enjeu à la fois de recherche scientifique et de société.

Deux problématiques partiellement interdépendantes sont traitées dans l'enseignement de spécialité et sont abordées en faisant appel à plusieurs disciplines des sciences de la Terre. Cette partie du programme démontre comment l'observation, l'interprétation et la modélisation de phénomènes passés sont utilisés pour proposer des scénarios de l'évolution future de la Terre. Les deux problématiques choisies sont :

- les variations du climat ;
- les variations du niveau moyen des mers.

Ces deux exemples mettent en avant les relations qui existent entre le fonctionnement des enveloppes externes et internes de la Terre et les interactions de la Terre avec le reste du système solaire.

1 - Les climats passés de la planète

(5 semaines)

Les changements du climat de la planète s'étudient à différentes échelles de temps. Les variations climatiques sont enregistrées dans les roches sédimentaires et les accumulations de glace aux pôles. La nature chimique des sédiments, leurs contenus fossilifères et leurs conditions de dépôt, ainsi que la composition isotopique des glaces, sont des marqueurs des conditions climatiques. Les bulles de gaz emprisonnées dans les accumulations de glaces des calottes polaires sont des témoins de la composition chimique moyenne de l'atmosphère et de son contenu en gaz à effet de serre. La composition de l'atmosphère plus ancienne, en particulier en dioxyde de carbone (CO₂), s'obtient par des données très indirectes.

Plus on recule dans le temps, plus les enregistrements géologiques perdent de leur résolution temporelle. Les variations climatiques sont étudiées à deux échelles de temps :

- le dernier million d'années où la continuité des enregistrements géologiques permet d'observer des variations climatiques avec une haute résolution temporelle de l'ordre de 1000 ans ;
- le milliard d'années où les enregistrements géologiques permettent d'identifier les changements climatiques avec une résolution de quelques millions d'années.

ACTIVITÉS ENVISAGEABLES	NOTIONS ET CONTENUS
<p>Mise en évidence de la globalité et de la périodicité des changements climatiques du quaternaire récent, par l'étude comparée de la composition des bulles de gaz et de la composition isotopique des glaces dans les carottes de glace arctiques et antarctiques. Comparaison avec les enregistrements dans les sédiments océaniques.</p>	<p>Les changements du climat des 700 000 dernières années</p> <p>Les carottes de glace forées dans les calottes polaires et les carottes sédimentaires des fonds océaniques ou lacustres permettent de reconstituer les variations climatiques des 700 000 dernières années.</p> <p>Les variations locales de la température au-dessus des calottes polaires sont déduites de la composition isotopique de l'oxygène (¹⁸O/¹⁶O) de la glace. Ces variations de température sont corrélées à des variations de concentration en gaz à effet de serre dans l'atmosphère. En dehors des pôles, les variations climatiques locales sont déduites de l'étude de carottes sédimentaires de lacs ou de tourbières.</p> <p>Les variations globales du volume des calottes glaciaires et des glaciers, représentatives des changements climatiques à l'échelle de la planète, sont déduites de la composition isotopique de l'oxygène (¹⁸O/¹⁶O) des tests carbonatés dans les sédiments océaniques.</p> <p><i>Limites : les mécanismes de fractionnement isotopique de l'oxygène ne sont pas au programme.</i></p>

ACTIVITÉS ENVISAGEABLES	NOTIONS ET CONTENUS
<p>Mise en parallèle des variations climatiques terrestres avec les variations de l'énergie solaire reçue par la Terre au cours du temps.</p> <p>Mise en évidence de la variabilité climatique du quaternaire récent dans les sédiments continentaux des lacs et tourbières : sédimentologie et analyse des pollens dans des séries sédimentaires actuelles et passées.</p>	<p>Les variations climatiques montrent des alternances de périodes glaciaires et interglaciaires.</p> <p>Un cycle de 100 000 ans rythme les glaciations. Des cycles de réchauffement-refroidissement sont observés entre deux maximums glaciaires avec des périodes de 43 000, 24 000 et 19 000 ans.</p> <p>Bilan explicatif : ces périodicités s'expliquent par les variations régulières des paramètres orbitaux de la Terre. Ces paramètres déterminent la répartition et les variations au cours du temps de l'énergie solaire reçue aux différentes latitudes (cf. programme de la classe de seconde).</p> <p>Cependant, les seules variations de l'ensoleillement n'expliquent pas l'amplitude observée des variations de températures. D'autres phénomènes interdépendants modulent l'effet astronomique. Parmi ces phénomènes, on étudie à titre d'exemple deux d'entre eux :</p> <ul style="list-style-type: none"> – les variations de l'albédo de la planète <p>L'albédo est l'un des facteurs qui contrôlent la température de surface de la Terre. Il est fonction, entre autres, du couvert végétal et de l'extension des calottes polaires qui eux-mêmes dépendent de la température.</p> <ul style="list-style-type: none"> – les variations de la teneur en CO₂ atmosphérique <p>Le CO₂ participe à l'effet de serre de la planète. Sa concentration dans l'atmosphère est en équilibre avec celle de l'océan. Lorsque la température augmente, la solubilité de CO₂ dans l'océan diminue, l'équilibre précédent est déplacé : du CO₂ passe de l'océan dans l'atmosphère ce qui induit une augmentation de l'effet de serre.</p> <p><i>Limites : les interactions entre les différents phénomènes qui modulent l'effet astronomique et l'étude des paramètres orbitaux de la Terre ne sont pas au programme.</i></p>
<p>Étude de données et documents géologiques attestant des glaciations précambriennes et paléozoïques. Replacer ces traces glaciaires en fonction de la position des continents au cours du temps.</p> <p>Étude des processus d'altération des roches : utilisation d'analyses chimiques et minéralogiques de roches saines et altérées, d'analyses chimiques d'eau des rivières et d'eau de mer.</p>	<p>Les changements climatiques aux plus grandes échelles de temps</p> <p>Les variations à courtes échelles de temps, vues précédemment, se superposent à des variations à beaucoup plus grande échelle de temps. On retrouve ainsi dans les roches :</p> <ul style="list-style-type: none"> – des traces de périodes glaciaires ; – des traces de périodes chaudes ; – des traces de changements brusques du climat. <p><i>Limites : l'étude des mécanismes à l'origine des traces de changements climatiques n'est pas au programme.</i></p> <p>Les mécanismes des variations climatiques aux grandes échelles de temps impliquent des variations importantes dans la teneur en gaz à effet de serre de l'atmosphère (maximum du CO₂ au Crétacé, minimum au Carbonifère, par exemple). Ces variations sont contrôlées en particulier par les processus suivants qui libèrent ou consomment du CO₂ :</p> <ul style="list-style-type: none"> – l'altération des silicates calciques et magnésiens de reliefs orogéniques consomme du CO₂ ;

ACTIVITÉS ENVISAGEABLES	NOTIONS ET CONTENUS
	<p>– la précipitation des carbonates libère du CO₂ et la dissolution des carbonates consomme du CO₂ ;</p> <p>– le piégeage de la matière organique dans les roches stocke du CO₂ ;</p> <p>– le dégazage du manteau par le volcanisme libère du CO₂ dans l’océan et dans l’atmosphère.</p> <p><i>Limites : l’étude des processus de maturation et de conservation des roches carbonées ainsi que l’étude du dégazage du manteau ne sont pas au programme.</i></p>
	<p>Bilan : Envisager les climats du futur</p> <p>L'identification des paramètres qui contrôlent le climat de la Terre est essentielle pour construire des modèles climatiques. Les scénarios d'évolution de la température moyenne de la Terre qui, outre la variabilité naturelle du climat, prennent en compte l'impact de l'activité humaine, prévoient un réchauffement de l'ordre de 2 à 5 °C au cours du XXI^e siècle.</p> <p>Ce réchauffement à l'échelle du siècle se superpose à un refroidissement constant de plus grande ampleur commencé il y a 20 millions d'années.</p>

2 - Les variations du niveau de la mer

(2 semaines)

Les variations du niveau de la mer sont d’amplitude variable au cours de l’histoire de la Terre. Elles trouvent leur origine dans les changements climatiques mais aussi dans les phénomènes tectoniques et dans l’activité plus ou moins intense du manteau terrestre.

ACTIVITÉS ENVISAGEABLES	NOTIONS ET CONTENUS
<p>Mise en évidence des variations du niveau de la mer à deux échelles de temps :</p> <ul style="list-style-type: none"> – les variations liées aux glaciations du quaternaire par l'analyse de récifs fossiles, de traces de lignes de rivage ou d'activité humaine (exemple : grotte Cosquer). – les variations liées aux phénomènes de transgression et de régression du Crétacé supérieur par l'analyse de documents (cartes, vidéos, photographies, échantillons). 	<p>Mise en évidence des variations du niveau de la mer au cours des temps géologiques</p> <p>Les variations du niveau de la mer modifient la surface des terres émergées.</p> <p>Les roches sédimentaires par leur nature et leur extension enregistrent les variations relatives du niveau de la mer. Ces variations se manifestent notamment par des transgressions et des régressions sur les continents.</p>

ACTIVITÉS ENVISAGEABLES	NOTIONS ET CONTENUS
<p>Études à partir de divers documents (cartes, photographies, échantillons) des phénomènes de transgression et de régression. Mise en évidence, sur la carte géologique du monde et de la France, de l'importance mondiale de la transgression du Crétacé supérieur.</p> <p>Mise en évidence des paramètres de variation du niveau de la mer :</p> <ul style="list-style-type: none"> - variations de volume de l'eau de mer en fonction de la température ; - variations de la quantité de glace présente sur les terres émergées ; - variations de la profondeur moyenne du fond des océans. <p>Réalisation d'un bilan quantitatif.</p>	<p>Les causes des variations mondiales du niveau de la mer</p> <p>Les variations relatives du niveau de la mer à l'échelle mondiale sont contrôlées par le volume d'eau dans les bassins océaniques. On considère que pendant les 200 derniers millions d'années le volume d'eau sous forme de glace, de liquide et de vapeur est constant.</p> <p>Les principales causes des variations du niveau de la mer sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la dilatation thermique de l'eau (de 10 à 20 cm par siècle) ; - la formation et la destruction des calottes polaires (de l'ordre de la centaine de mètres en 10 000 à 100 000 ans) ; - le volume des bassins océaniques (dont la variation peut aller jusqu'à plusieurs centaines de mètres en une dizaine de millions d'années).

Thème 2 : Des débuts de la génétique aux enjeux actuels des biotechnologies

(10 semaines)

ACTIVITÉS ENVISAGEABLES	NOTIONS ET CONTENUS
<p>Réalisation d'une dissection florale en relation avec la technique expérimentale de Mendel.</p> <p>Observation d'un fruit et d'une graine.</p> <p>Analyse d'expériences relatives au monohybridisme et au dihybridisme dans la perspective des travaux de Mendel.</p>	<p>Les débuts de la génétique : les travaux de Mendel (1870)</p> <p>Les travaux de Mendel reposent sur une analyse quantitative d'expériences d'hybridation chez les plantes. Novateurs dans leur méthodologie, ces travaux visaient à obtenir des hybrides stables.</p> <p>Dans un contexte scientifique où les gènes n'étaient pas connus, ils ont apporté une rupture conceptuelle :</p> <ul style="list-style-type: none"> - réfutation de la notion d'hérédité par mélange ; - introduction du concept d'hérédité particulaire avec ségrégation indépendante des facteurs héréditaires. <p>La compréhension des travaux de Mendel repose sur la connaissance des principes de la reproduction sexuée des végétaux.</p> <p><i>Limites : les notions de gamétophytes mâle et femelle et de double fécondation ne sont pas au programme.</i></p>
<p>Constat du parallélisme entre le comportement des chromosomes et celui des facteurs héréditaires.</p>	<p>La théorie chromosomique de l'hérédité</p> <p>La redécouverte des lois de Mendel et les découvertes dans le domaine de la cytologie à la fin du XIX^e siècle conduisent à l'émission de la théorie chromosomique de l'hérédité (1903) par deux cytologistes et à l'invention du mot gène.</p>

ACTIVITÉS ENVISAGEABLES	NOTIONS ET CONTENUS
<p>Étude de résultats de croisements chez la drosophile dans le cas de l'hérédité liée au sexe et interprétation des résultats dans le cadre de la théorie chromosomique.</p> <p>Réflexions sur la valeur heuristique d'une théorie scientifique.</p> <p>Localisation de trois gènes sur un chromosome à partir de données expérimentales.</p>	<p>Les travaux de l'équipe de Morgan sur la drosophile entre 1910 et 1920 corroborent la théorie chromosomique à partir de données expérimentales. Cette théorie, qui contient les notions d'hérédité liée au sexe, de liaison génique et de recombinaison, permet d'expliquer certains cas particuliers qui échappent aux lois de Mendel. Cette théorie a permis d'établir en 1920 les premières cartes génétiques et la notion de gène (unité de fonction, de recombinaison, de mutation).</p>
	<p>L'avènement de la biologie moléculaire : une nouvelle rupture</p> <p>La nature chimique du gène (ADN – double hélice), la relation gène -protéine, les modalités de l'expression génétique, notions déjà étudiées dans les programmes de seconde et de première, doivent être replacées dans une perspective historique. Elles ne sont pas au programme en tant que telles.</p>
<p>Digestion de l'ADN par des enzymes de restriction et électrophorèse.</p>	<p>La révolution technologique du début des années 70</p> <p>L'utilisation des enzymes de restriction ouvre la voie du clonage des gènes et de leur séquençage. En contribuant à une évolution importante du concept de gène et de la perception du polymorphisme, elle fait entrer la génétique dans l'ère des biotechnologies.</p>
<p>Étude d'exemples d'organismes génétiquement modifiés pour la résistance aux insectes et la production de molécules pharmacologiques.</p> <p>Dans un texte ou une étude expérimentale, repérer les problèmes soulevés par les OGM et argumenter scientifiquement.</p>	<p>Les enjeux actuels des biotechnologies</p> <p>La transgénèse et la construction d'organismes génétiquement modifiés (OGM).</p> <p>La capacité d'introduire dans un organisme un gène (modifié ou étranger) conduit à la production d'un organisme transgénique acquérant des propriétés nouvelles.</p>
<p>Observation de caryotypes anormaux.</p> <p>Évaluation du risque génétique dans le cas de la trisomie 21 à partir de données statistiques (âge de la mère, mesure de facteurs sériques).</p> <p>Étude de documents sur la thérapie génique somatique.</p>	<p>Les biotechnologies et la génétique humaine</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Dépistage et diagnostic génétique <p>Les acquis de la génétique peuvent être mis en œuvre à différents niveaux pour identifier une pathologie d'origine génétique, en évaluer les risques, en prévenir les effets :</p> <ul style="list-style-type: none"> – dépistage et diagnostic d'une maladie génique (arbres généalogiques) ; – dépistage et signes diagnostiques de la trisomie 21. <ul style="list-style-type: none"> ● Un enjeu pour l'avenir : la thérapie génique somatique <p>On peut pallier la déficience d'un gène par une thérapie génique somatique.</p>

Thème 3 : Diversité et complémentarité des métabolismes

(10 semaines)

Autotrophie et hétérotrophie ont été identifiées en classe de seconde comme deux types majeurs de métabolismes chez les êtres vivants.

Cette partie du programme de spécialité de la classe de terminale S donne l'occasion d'étudier le métabolisme à l'échelle de l'organisme et de la cellule. Elle conduit à une meilleure compréhension des phénomènes à l'origine de la synthèse des constituants moléculaires des cellules.

La phase photochimique de la photosynthèse et la respiration mitochondriale sont des processus contribuant au renouvellement de molécules comme l'ATP utilisées lors des synthèses et activités cellulaires (transports, mouvements). L'étude de ces fonctions donne aussi l'occasion de compléter la construction du bilan structural et fonctionnel de la cellule en tenant compte des acquis des années précédentes, et d'aborder l'origine d'organites tels que mitochondries et chloroplastes.

ACTIVITÉS ENVISAGEABLES	NOTIONS ET CONTENUS
<p>Observation ou documentation sur la structure d'un exemple d'écosystème, les différents êtres vivants qui constituent sa biocénose et les relations trophiques qui existent entre eux.</p> <p>Étude d'une coupe de feuille. Localisation du parenchyme chlorophyllien et des stomates. Étude en microscopie optique de chloroplastes.</p> <p>Étude d'électronographies de chloroplastes. Mise en évidence d'une production de matière organique et d'O₂ à la lumière en présence de CO₂ par des végétaux chlorophylliens.</p> <p>Séparation de pigments photosynthétiques par chromatographie. Étude des spectres d'absorption de pigments chlorophylliens. Comparaison du spectre d'action et du spectre d'absorption pour un végétal. Étude par ExAO des conditions du dégagement d'oxygène avec des cellules ou des chloroplastes isolés. Réaction de Hill.</p>	<p>Du carbone minéral aux composants du vivant : la photoautotrophie pour le carbone</p> <p>Dans les écosystèmes, des relations trophiques s'établissent entre les producteurs primaires autotrophes et les divers producteurs secondaires hétérotrophes.</p> <p>Les producteurs primaires de la planète utilisent le carbone du CO₂ atmosphérique pour constituer les chaînes carbonées, bases des composants du vivant.</p> <p>Le carbone se trouve à l'état oxydé dans l'atmosphère et à l'état réduit dans la matière constitutive des organismes vivants.</p> <p>Chez les végétaux supérieurs, le CO₂ de l'air pénètre dans les feuilles par les stomates et atteint les chloroplastes des cellules chlorophylliennes, lieu de la réduction photo synthétique du CO₂.</p> <p>Le bilan des transformations (= ensemble de réactions biochimiques catalysées par des enzymes) peut s'écrire :</p> $6 \text{ CO}_2 + 12 \text{ H}_2^* \text{ O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6^* \text{ O}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O}$ <p>La photosynthèse est la succession de deux phases :</p> <ul style="list-style-type: none"> - dans les thylakoïdes, une phase photochimique dans laquelle grâce à la collecte des photons par les pigments, un ensemble d'oxydo-réductions permet l'oxydation de l'eau, la production d'O₂, de composés intermédiaires RH₂ et ATP (adénosine triphosphate qui se construit à partir d'ADP et de phosphate inorganique) ; - dans le stroma, une phase non photochimique permet l'incorporation et la réduction du CO₂ pour la synthèse de glucides. Elle nécessite un accepteur de CO₂, de l'ATP et des composés réduits RH₂. <p><i>Limites :</i> <i>La notion de facteur limitant n'est pas au programme.</i> <i>Le fonctionnement des centres photosynthétiques, des chaînes d'oxydo-réduction et de l'ATP synthase n'est pas au programme.</i></p>

ACTIVITÉS ENVISAGEABLES	NOTIONS ET CONTENUS
<p>Mise en évidence d'amidon dans les chloroplastes.</p> <p>Mise en évidence de réserves dans des graines, des fruits, des organes souterrains.</p>	<p>Les composés glucidiques formés par la réduction du CO₂ sont exportés hors du chloroplaste vers le cytoplasme des cellules chlorophylliennes ; ils peuvent être temporairement stockés dans le chloroplaste sous forme d'amidon.</p> <p>Dans la cellule chlorophyllienne, les produits initiaux de la photosynthèse permettent essentiellement la synthèse de saccharose mais aussi de tous les autres constituants chimiques des êtres vivants (glucides, lipides, protéines, acides nucléiques, etc.) grâce à un apport d'ions minéraux transportés par la sève brute.</p> <p><i>Limites :</i> <i>L'étude des mécanismes et des supports de transport des sèves n'est pas au programme.</i> <i>L'étude de l'absorption racinaire n'est pas au programme.</i> <i>L'étude des synthèses des différents constituants des êtres vivants n'est pas au programme.</i></p> <p>Le saccharose des cellules foliaires, en partie utilisé sur place, est majoritairement exporté hors des feuilles vers d'autres lieux d'utilisation, telles les cellules des zones en croissance et celles des zones de stockage de réserve (graines et organes de réserve, parties pérennes de la plantes, paroi cellulosique et bois).</p> <p>Les zones non chlorophylliennes d'une plante se comportent comme des parties hétérotrophes d'un être autotrophe.</p>
<p>Observation de mouvements de cyclose.</p> <p>Observation de contraction de fibres musculaires.</p> <p>Étude d'électronographies de fibres musculaires.</p> <p>Étude expérimentale de la respiration de suspensions cellulaires.</p> <p>Étude expérimentale de la respiration des mitochondries.</p>	<p>L'ATP, molécule indispensable à la vie cellulaire</p> <p>À l'exception du chloroplaste qui effectue des synthèses à partir du carbone minéral, les activités des cellules animales et végétales se traduisent par des synthèses à partir de molécules organiques pré-existantes (exemple : le glycogène), par des mouvements (fonctionnement d'un complexe actine-myosine). Toutes ces activités consomment des intermédiaires métaboliques, en particulier de l'ATP. L'ATP n'est pas stocké, mais régénéré aussi vite qu'il est détruit.</p> <p>Dégradation des composés organiques et régénération des intermédiaires métaboliques.</p> <p>Toute cellule vivante, isolée ou non, animale ou végétale (autotrophe et non autotrophe), régénère son ATP en oxydant des molécules organiques par processus respiratoire ou fermentaire.</p> <p>Dans le cas d'une molécule de glucose, la respiration cellulaire peut être traduite par le bilan des transformations :</p> $C_6H_{12}O_6 + 6 \text{ }^*O_2 + 6 H_2O \rightarrow 6 CO_2 + 12 H_2 \text{ }^*O$ <p>La respiration comporte plusieurs réactions chimiques catalysées par des enzymes.</p> <p>Au cours de ces réactions, la matière carbonée est minéralisée sous forme de CO₂.</p> <p>– La première étape est l'oxydation du glucose en pyruvate ; elle s'accompagne de la production de composés réduits R'H₂ (proches des composés RH₂ fabriqués au cours de la photosynthèse). Elle se déroule dans le hyaloplasme. L'énergie libérée permet par couplage la synthèse de deux molécules d'ATP par molécule de glucose oxydé.</p>

ACTIVITÉS ENVISAGEABLES	NOTIONS ET CONTENUS
<p>Étude d'électronographies de mitochondries.</p> <p>Étude expérimentale de la fermentation alcoolique.</p>	$\begin{array}{ccc} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 2 \text{R}' & \xrightarrow{\hspace{1cm}} & 2 \text{CH}_3\text{COCOOH} + 2 \text{R}'\text{H}_2 \\ & \searrow \hspace{0.5cm} \swarrow & \\ & 2 \text{ADP} + 2\text{P}_i & 2 \text{ATP} \end{array}$ <p>– La deuxième étape se déroule dans la matrice des mitochondries. C'est une série de décarboxylations oxydatives, à partir du pyruvate, qui s'accompagne de la production de composés réduits et de synthèse d'ATP.</p> $\begin{array}{ccc} 2 \text{CH}_3\text{COCOOH} + 10 \text{R}' + 6 \text{H}_2\text{O} & \xrightarrow{\hspace{1cm}} & 6 \text{CO}_2 + 10 \text{R}'\text{H}_2 \\ & \searrow \hspace{0.5cm} \swarrow & \\ & 2 \text{ADP} + 2\text{P}_i & 2 \text{ATP} \end{array}$ <p>– La dernière étape se déroule dans les crêtes de la membrane interne des mitochondries. C'est l'oxydation, par le dioxygène, des composés réduits produits dans les étapes précédentes. Elle est couplée à la production d'une importante quantité d'ATP.</p> $\begin{array}{ccc} 12 \text{R}'\text{H}_2 + 6 \text{O}_2 & \xrightarrow{\hspace{1cm}} & 12 \text{R}' + 12 \text{H}_2\text{O} \\ & \searrow \hspace{0.5cm} \swarrow & \\ & 32 \text{ADP} + 32 \text{P}_i & 32 \text{ATP} \end{array}$ <p>Par contraste avec l'oxydation complète du substrat liée aux mitochondries, une oxydation incomplète est possible par fermentation. Elle produit un déchet organique, reste du substrat réduit non totalement oxydé lors du processus dégradatif. Cette fermentation permet un renouvellement peu efficace mais réel des intermédiaires métaboliques, ce qui autorise, dans le cas de la fermentation alcoolique, une vie sans oxygène.</p> <p><i>Limites : les fermentations autres que la fermentation alcoolique ne sont pas au programme.</i></p>
<p>À partir de documents, construction de schémas fonctionnels mettant en place les relations fonctions-structures au sein d'une cellule (utilisation des connaissances antérieures).</p>	<p>Bilan structural et fonctionnel d'une cellule vivante</p> <p>Toute cellule vivante est constamment soumise à un bilan d'entrée et de rejet de matière, qu'accompagnent des conversions énergétiques.</p> <p>La cellule eucaryote est formée de compartiments dans lesquels se déroulent des réactions métaboliques particulières, catalysées par des enzymes spécifiques. La mitochondrie et le chloroplaste proviennent probablement de bactéries qu'une cellule hôte ancestrale aurait adoptées comme endosymbiotes.</p> <p>Le noyau, par l'information génétique qu'il contient, dirige la synthèse des protéines, et donc des enzymes nécessaires au métabolisme de la cellule.</p>

NB : La classe hors du lycée

Un déplacement de la classe hors du lycée (travail sur le terrain, dans un laboratoire, dans un musée, etc.) pourra être éventuellement organisé. Il aura pour objectif de mettre en application les méthodes initiées en classe de première, mais également de :

- servir de support à un questionnaire à partir duquel sera traité un aspect du programme ;
- valider un modèle proposé et présenté en classe, et servir d'exercice d'évaluation ;
- fournir l'occasion d'une ouverture de la discipline.



Éfinition des épreuves du baccalauréat

■ Note de service n° 2002-151 du 10 juillet 2002

BO n° 29 du 18 juillet 2002.

Épreuve écrite

Durée : 3 h 30

Coefficient : 6

Coefficient 8 pour les candidats ayant choisi cette discipline comme enseignement de spécialité.

L'épreuve est divisée en deux parties, la première portant sur une restitution de connaissances et la seconde sur la pratique d'un raisonnement scientifique. L'épreuve porte obligatoirement sur les sciences de la vie et les sciences de la Terre.

Partie 1

Cette première partie de l'épreuve, sans document, permet de valider les connaissances acquises par le candidat dans une des sept parties évaluables du programme de l'enseignement obligatoire. La question doit faire apparaître les limites du sujet pour aider le candidat à construire sa réponse, organisée et illustrée par un ou plusieurs schémas dont la nécessité sera formulée. Cette partie est notée sur 10 points.

Partie 2

Cette seconde partie de l'épreuve valide la pratique du raisonnement scientifique et porte sur une (ou deux) partie(s) évaluable(s) du programme, différente(s) de celle de la partie 1. Elle ne fait pas appel à la restitution de connaissances. Cette partie est subdivisée en deux exercices :

- le premier exercice permet d'évaluer la capacité à extraire dans un document des informations utiles à la résolution du problème scientifique posé. Ce premier exercice est noté sur 4 points ;
- le second exercice permet d'évaluer, à partir de l'exploitation de deux ou trois documents, la capacité à résoudre le problème scientifique posé, en relation avec les connaissances du candidat. Ce second exercice est noté sur 6 points.

Pour les candidats qui n'ont suivi que l'enseignement obligatoire, le deuxième exercice peut porter ou non sur la même partie du programme que le premier exercice. Pour les candidats ayant choisi la spécialité, le second exercice porte sur l'un des trois thèmes du programme de spécialité.

Épreuve orale de contrôle

Durée : 15 minutes

Temps de préparation : 15 minutes

L'examineur propose au choix du candidat deux sujets se rapportant à deux parties différentes et évaluables du programme de terminale S. Ces sujets portent sur le programme commun pour les candidats qui n'ont pas choisi l'enseignement de spécialité en sciences de la vie et de la Terre. Un des deux sujets porte sur le programme de spécialité pour les candidats qui ont choisi cet enseignement.

Dans l'esprit défini pour les épreuves écrites, et conformément au programme officiel, les sujets proposés doivent permettre d'évaluer les connaissances et les capacités méthodologiques acquises. Ils comportent des documents choisis parmi ceux que les professeurs utilisent dans les situations d'apprentissage. Une interrogation dialoguée de 15 minutes s'appuie sur un travail de préparation de même durée. Une importance égale est attribuée à l'évaluation des connaissances et à celle des compétences méthodologiques.

Achevé d'imprimer sur les presses de l'imprimerie DESMET-LAIRE
Dépôt légal mai 2002