Spécial

Enseignement commun

Programme d'enseignement de sciences de la vie et de la Terre en classe de seconde générale et technologique

NOR : MENE1007274A
RLR : 524-5
arrêté du 8-4-2010 - J.O. du 25-4-2010
MEN - DGESCO A1-4

Vu code de l'Éducation ; arrêté du 27-1-2010 modifié ; avis du CSE du 31-3-2010

Article 1 - Le programme de l'enseignement commun de sciences de la vie et de la Terre en classe de seconde générale et technologique est fixé conformément à l'annexe du présent arrêté.

Article 2 - Les dispositions du présent arrêté entrent en application à la rentrée de l'année scolaire 2010-2011.

Article 3 - Le directeur général de l'enseignement scolaire est chargé de l'exécution du présent arrêté qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait à Paris, le 8 avril 2010
Pour le ministre de l'Éducation nationale, porte-parole du Gouvernement,
et par délégation,
Le directeur général de l'enseignement scolaire,
Jean-Michel Blanquer

PROGRAMME DE SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE EN CLASSE DE SECONDE GÉNÉRALE ET TECHNOLOGIQUE

Préambule

I - Les sciences de la vie et de la Terre au lycée

1. Les sciences de la vie et de la Terre dans le parcours de l'élève en lycée

Les objectifs de l'enseignement des sciences de la vie et de la Terre

Au lycée, les sciences de la vie et de la Terre sont une voie de motivation et de réussite pour la poursuite de la formation scientifique après le collège et la préparation à l'enseignement supérieur ; elles participent également à l'éducation en matière de santé, sécurité, environnement, de tout élève qui choisira une orientation vers des filières non scientifiques. La discipline vise trois objectifs essentiels :
- **aider à la construction d'une culture scientifique commune** fondée sur des connaissances considérées comme valides tant qu'elles résistent à l'épreuve des faits (naturels ou expérimentaux) et des modes de raisonnement propres aux sciences ;
- **participer à la formation de l'esprit critique et à l'éducation citoyenne** par la prise de conscience du rôle des sciences dans la compréhension du monde et le développement de qualités intellectuelles générales par la pratique de raisonnements scientifiques ;
- **préparer les futures études supérieures** de ceux qui poursuivront sur le chemin des sciences et, au-delà, les métiers auxquels il conduit ; aider par les acquis méthodologiques et techniques ceux qui s'orienteront vers d'autres voies.

Trois thématiques structurantes

Pour atteindre ces objectifs, les programmes s'articulent autour de trois grandes thématiques qui, dans une large mesure, ne sont pas indépendantes.

La Terre dans l'Univers, la vie et l'évolution du vivant. Il s'agit de montrer – dans le cadre des domaines propres aux sciences de la vie et de la Terre – que la science construit, à partir de méthodes d'argumentation rigoureuses fondées sur l'observation du monde, une explication cohérente de son état, de son fonctionnement et de son histoire. Au-delà de la perspective culturelle, cette ligne de réflexion prépare aux métiers les plus proches des sciences fondamentales (recherche, enseignement).
Enjeux planétaires contemporains. Il s'agit de montrer comment la discipline participe à l'appréhension rigoureuse de grands problèmes auxquels l'humanité d'aujourd'hui se trouve confrontée. Au-delà de la préoccupation citoyenne qui prépare chacun à l'exercice de ses responsabilités individuelles et collectives, la perspective utilisée ici conduit aux métiers de la gestion publique, aux professions en lien avec la dynamique de développement durable et aux métiers de l'environnement (agronomie, architecture, gestion des ressources naturelles).
Corps humain et santé. Centrée sur l'organisme humain, cette thématique permet à chacun de comprendre le fonctionnement de son organisme, ses capacités et ses limites. Elle prépare à l'exercice des responsabilités individuelles, familiales et sociales et constitue un tremplin vers les métiers qui se rapportent à la santé (médecine, odontologie, diététique, épidémiologie).

Ces trois thématiques ne sont en rien des catégories rigides mais bien des directions de réflexion. Elles ne se substituent pas aux découpages traditionnels de la discipline (biologie et géologie par exemple) et conduisent à la découverte progressive des grands domaines qu'elle recouvre. En particulier, les sciences de la Terre conservent une originalité qu'il convient de ne pas nier. Les thèmes généraux aident à montrer la cohérence globale du champ intellectuel concerné, centré sur un objet d'étude – la nature – et des méthodes fondées sur la confrontation entre les idées scientifiques et les faits – naturels ou expérimentaux. Elles aident aussi à situer l'enseignement dispensé dans la perspective de la construction d'un projet de vie propre à chaque élève.

Dans chaque thématique, la construction des savoirs se réalise peu à peu tout au long de la scolarité. Cette continuité est conçue pour faciliter la progressivité des apprentissages, sans pour autant empêcher la souplesse nécessaire à l'élaboration d'un parcours de formation pour chaque élève.

Les sciences de la vie et de la Terre dans le nouveau lycée

L'enseignement des sciences de la vie et de la Terre prend en compte les objectifs généraux de la réforme des lycées.
Pour participer à l'affirmation du **caractère généraliste de la seconde**, le programme de sciences de la vie et de la Terre fait le choix d'aborder une palette de thèmes variés et, par conséquent, accepte de ne pas trop les approfondir. Il s'agit de montrer la diversité des sujets qu'abordent les sciences de la vie et de la Terre dans l'espoir que chaque élève y trouvera matière à répondre à ses attentes. Les bases ainsi établies, le plus souvent à partir d'étude d'exemples concrets et motivants, conduiront, dans les classes ultérieures, à des approfondissements, des généralisations, des approches complémentaires. Ces bases larges permettront à l'élève de déterminer ses choix pour le cycle terminal en connaissance de cause.
Pour participer à une **meilleure information des élèves** sur les possibilités qui s'offrent à eux, au-delà même du lycée, le programme s'organise, comme cela a été souligné, autour de thématiques qui aident au repérage de grands secteurs d'activités professionnelles. En outre, chaque fois que cela sera possible, les professeurs saisiront les occasions offertes afin d'attirer l'attention sur des métiers plus précis, dont l'exercice professionnel présente un certain rapport avec les questions abordées en classe.
Pour participer à la **facilitation des corrections de trajectoires**, le programme sera organisé en prenant en compte trois préoccupations. Certaines thématiques abordées seront communes aux classes de première scientifiques et non scientifiques (avec un niveau de précision différent). Certaines thématiques de classe de première scientifique seront traitées de telle sorte que seules leurs conclusions les plus générales soient nécessaires en terminale. Certaines thématiques de terminale scientifique se situeront directement dans la continuité des acquis de la classe de seconde.
Pour participer à la **prise en compte de la diversité des élèves**, une grande marge de liberté est laissée aux professeurs, seuls à même de déterminer les modalités pédagogiques adaptées à leur public. En outre, il est toujours possible de diversifier les activités à l'intérieur d'une même classe pour traiter un même point du programme.

2. Les conditions d'exercice de la liberté pédagogique du professeur

Le programme est conçu pour laisser une **très large place à la liberté pédagogique** du professeur et/ou de l'équipe disciplinaire. Cette liberté porte sur les **modalités didactiques** mises en œuvre, sur l'**ordre** dans lequel seront étudiés les thèmes, sur les exemples choisis ainsi que, dans une mesure raisonnable, sur l'**ampleur de l'argumentation** développée dans le cadre de tel ou tel sujet. C'est pour respecter la liberté de choix d'exemples que les objectifs de formation sont définis avec un grand degré de généralité. Ces exemples, toujours localisés, seront choisis, pour certains au moins, dans un contexte proche.
Néanmoins, la liberté pédagogique ne saurait émanciper des objectifs de formation rappelés ci-dessus. Pour aider à atteindre ces objectifs, quelques principes didactiques généraux sont rappelés ci-dessous, dont il convient de faire un usage adapté.

Les compétences : une combinaison de connaissances, capacités et attitudes

L'acquisition des connaissances reste un objectif important de l'enseignement, mais il doit être replacé dans un tout dont font aussi partie capacités et attitudes. L'affirmation de l'importance de cette formation intellectuelle et humaine explique le niveau de généralité des exigences de connaissances. **Connaissances, capacités et attitudes sont trois objectifs de formation de statuts également respectables.** Ceci conduit à leur porter la même attention au moment de la conception des mises en œuvre pédagogiques, y compris les évaluations. Celles-ci prendront en compte, chaque fois que possible, ces trois objectifs de formation.
Si les connaissances scientifiques à mémoriser sont raisonnables, c'est pour permettre aux enseignants de consacrer du temps à faire comprendre ce qu'est le savoir scientifique, son mode de construction et son évolution au cours de l'histoire des sciences.

La démarche d'investigation

La poursuite des objectifs de formation méthodologique implique généralement que l'on mette en œuvre une pédagogie active, au cours de laquelle **l'élève participe** à l'élaboration d'un projet et à la construction de son savoir. La démarche d'investigation, déjà pratiquée à l'école primaire et au collège, prend tout particulièrement son sens au lycée et s'appuie le plus souvent possible sur des travaux d'élèves en laboratoire. **Des activités pratiques, envisageables pour chacun des items du programme, seront mises en œuvre chaque fois que possible.** Le professeur s'assurera que les élèves utilisent des méthodes et outils différenciés sur l'ensemble de l'année. Ainsi, chaque élève rencontrera dans les meilleures conditions l'occasion d'aller sur le terrain, de disséquer, de préparer et réaliser des observations microscopiques, d'expérimenter avec l'aide d'un ordinateur, de modéliser, de pratiquer une recherche documentaire en ligne, etc.
L'activité expérimentale offre la possibilité à l'élève de répondre à une situation-problème par la **mise au point d'un protocole, sa réalisation, la possibilité de confrontation entre théorie et expérience, l'exploitation des résultats.** Ainsi, l'élève doit pouvoir élaborer et mettre en œuvre un protocole comportant des expériences afin de vérifier ses hypothèses, faire les schématisations et les observations correspondantes, réaliser et analyser les mesures, en estimer la précision et écrire les résultats de façon adaptée.
Il est d'usage de décrire une démarche d'investigation comme la succession d'un certain nombre d'étapes types :
- une situation motivante suscitant la curiosité,
- la formulation d'une problématique précise,
- l'énoncé d'hypothèses explicatives,
- la conception d'une stratégie pour éprouver ces hypothèses,
- la mise en œuvre du projet ainsi élaboré,
- la confrontation des résultats obtenus et des hypothèses,
- l'élaboration d'un savoir mémorisable,
- l'identification éventuelle de conséquences pratiques de ce savoir.

Ce canevas est la conceptualisation d'une démarche type. Le plus souvent, pour des raisons variées, il convient d'en **choisir quelques aspects pour la conception des séances**. C'est là aussi un espace de liberté pédagogique pour le professeur qui vérifiera toutefois qu'à l'issue de l'année, les différentes étapes auront bien été envisagées.
Pour que la démarche d'investigation soit un réel outil de formation, une vision qualitative plutôt que quantitative est préférable : mieux vaut argumenter bien et lentement qu'argumenter mal et trop vite. Cette démarche constitue le cadre intellectuel approprié pour la mise en œuvre d'activités de laboratoires, notamment manipulatoires et expérimentales, indispensables à la construction des savoirs de la discipline.

Les technologies de l'information et de la communication

Les technologies de l'information et de la communication seront mises en œuvre en de nombreuses circonstances.
Il pourra s'agir de technologies généralistes dont on fera ici un usage spécialisé, notamment **internet** en utilisation conjointe avec des techniques de laboratoire classiques. Mais on veillera aussi à développer les savoir-faire des élèves relativement aux technologies plus spécialisées, comme par exemple l'**expérimentation assistée par ordinateur**, technique indispensable pour une formation moderne et efficace des élèves.
L'usage de **logiciels, généralistes ou spécialisés,** est encouragé. Les sciences de la vie et de la Terre participent à la préparation du B2i niveau lycée.
Les productions pédagogiques, les travaux d'élèves, gagneront à être exploités, en classe et hors de la classe dans le cadre d'un **environnement numérique de travail** (ENT).

La pratique de démarches historiques

L'approche historique d'une question scientifique peut être une **manière originale de construire une démarche d'investigation**. L'histoire de l'élaboration d'une connaissance scientifique, celle de sa modification au cours du temps, sont des moyens utiles pour comprendre la nature de la connaissance scientifique et son mode de construction, avec ses avancées et éventuelles régressions. Il conviendra de veiller à ce que cette approche ne conduise pas à la simple évocation d'une succession événementielle et à ne pas caricaturer cette histoire au point de donner une fausse

idée de la démonstration scientifique : si certains arguments ont une importance historique majeure, il est rare qu'un seul d'entre eux suffise à entraîner une évolution décisive des connaissances scientifiques ; de même, il serait vain de prétendre faire « réinventer » par les élèves, en une ou deux séances, ce qui a nécessité le travail de plusieurs générations de chercheurs.

L'approche de la complexité et le travail de terrain

Le travail de terrain est un moyen privilégié pour **l'approche de situations complexes réelles**. Le programme de seconde comporte plusieurs items qui se prêtent bien à la réalisation d'un travail hors de l'établissement (sortie géologique, exploration d'un écosystème, visite de musée scientifique, d'entreprise, de laboratoire). Un tel déplacement permettra souvent de collecter des informations utiles pour plusieurs points du programme et susceptibles d'être exploitées à plusieurs moments de l'année.
Un tel travail de terrain doit s'exercer en cohérence avec un projet pédagogique pensé dans le contexte de l'établissement.
Les activités en laboratoire doivent aussi être l'occasion d'aborder des tâches complexes. À partir d'une question globale elles sont l'occasion de développer les compétences des élèves et leur autonomie de raisonnement.

L'autonomie des élèves et le travail par atelier

Le lycéen, dès la seconde, doit se préparer à **une autonomie de pensée et d'organisation qui lui sera indispensable pour réussir ses études supérieures**. Les travaux pratiques se prêtent particulièrement au développement de cette compétence. Pour y parvenir, il est bon de concevoir les séances afin que l'élève dispose d'une certaine marge de manœuvre dans la construction de sa démarche.
La liberté de choix sera parfois exploitée en différenciant les exemples étudiés au sein d'une même classe. Chaque groupe d'élèves a alors en charge l'organisation autonome de son travail, sous la conduite du professeur. Échanges et débats conduisent ensuite à tirer des conclusions plus générales que l'étude collective d'un exemple unique ne le permettrait. Ils sont en outre l'occasion de développer les qualités d'expression et d'écoute.

L'évaluation des élèves

Dès la classe de seconde, les évaluations formatives jouent un rôle important pour aider les élèves à s'adapter à leur nouveau cadre de travail.
Les dimensions **diagnostique**, **formative** et **sommative** en termes de connaissances, de capacités et d'attitudes ont chacune leur utilité. Le professeur choisit des supports pertinents afin d'aider les élèves le long de leur parcours. Il facilite ainsi un accompagnement personnalisé permettant un suivi des apprentissages et une orientation éclairée.
Sans exagérer le temps annuel consacré à l'évaluation sommative, il convient de concevoir des contrôles réguliers, de durées variées et ciblés sur quelques compétences bien identifiées qui varient d'un contrôle à l'autre. L'organisation précise des évaluations dépend de la classe et constitue, tout au long du lycée, un cheminement progressif qui conduit au baccalauréat.
Les activités pratiques individuelles des élèves, qu'il convient de développer chaque fois que possible, sont également l'occasion d'évaluer les acquisitions des capacités techniques et expérimentales. Non seulement le suivi de l'acquisition de capacités expérimentales permet de vérifier le développement d'une forme de rigueur de raisonnement spécifique aux sciences expérimentales, mais encore, c'est une préparation progressive, indispensable dès la classe de seconde, à une forme d'évaluation que les élèves pourront rencontrer au baccalauréat et au cours de leurs études supérieures. L'évaluation de la capacité à communiquer à l'oral est à renforcer.

3. Les sciences de la vie et de la Terre, discipline d'ouverture

Les sciences de la vie et de la Terre sont une discipline ouverte sur les grands problèmes de la société contemporaine, comme le montrent les intitulés du programme eux-mêmes.

Les préoccupations éducatives

Les nombreuses connexions avec les objectifs éducatifs transversaux (santé, environnement, etc.) seront mises en évidence le plus souvent possible.

La convergence avec d'autres disciplines

Au-delà de la parenté avec les autres sciences expérimentales que sont les sciences physiques et chimiques, les programmes de sciences de la vie et de la Terre fournissent l'occasion d'interactions avec d'autres disciplines, notamment avec les mathématiques (par la formalisation utilisée et la sensibilisation à une approche statistique), la géographie (thèmes de l'énergie et de l'eau) et l'EPS (thème activité physique).

L'histoire des arts

En continuité avec les préconisations contenues dans les programmes de collège, il est bon de souligner que les sciences de la vie et de la Terre peuvent être l'occasion d'intéressantes relations avec l'enseignement d'histoire des arts. Les professeurs choisiront, en cohérence avec le mode d'organisation de l'enseignement de l'histoire des arts dans l'établissement, les modalités d'interactions qui leur conviennent.
Plusieurs sujets abordés dans le programme s'y prêtent, bien que le choix soit fait de ne pas le souligner au cas par cas le long du déroulé du programme afin de laisser toute liberté de mise en œuvre aux équipes.
A titre d'exemple, on peut citer les évocations littéraires de la biodiversité ou sa représentation picturale; la statuaire du corps humain au cours d'un exercice sportif. Les évocations littéraires de la vie des mineurs renseignent sur des conditions d'exploitations souvent révolues aujourd'hui. La représentation d'animaux ou végétaux actuels ou disparus met en scène un dialogue entre les connaissances scientifiques et les pratiques artistiques; etc.

Préambule

II - Les sciences de la vie et de la Terre en seconde

En classe de seconde, les trois thématiques présentées dans le préambule général pour le lycée se déclinent ainsi.

Dans le thème « La Terre dans l'Univers, la vie et l'évolution du vivant », selon une logique d'approfondissement des acquis du collège, on étudie successivement les **caractéristiques de la Terre** qui permettent de comprendre que la vie s'y développe, quelques originalités de **fonctionnement et d'organisation du vivant** et quelques idées sur la **biodiversité et son origine évolutive**.
Pour aborder le thème des « enjeux planétaires contemporains » on s'intéresse à certains aspects de la **question énergétique** ainsi qu'au défi que représente, en matière de **ressources en sol**, le développement d'une agriculture qui répond aux besoins de l'humanité.
Enfin le thème « corps humain et santé » est envisagé dans le cadre d'un exercice physique.

La liberté pédagogique du professeur est particulièrement grande en classe de seconde : il peut ainsi adapter ses pratiques et ses choix à la diversité des publics et des conditions locales. Il est souhaitable que les thèmes du programme soient abordés d'une manière suffisamment équilibrée. En revanche, dans chaque thème, le professeur est libre, tout en abordant la globalité des contenus, de choisir l'ordre des apprentissages et de déterminer les aspects sur lesquels il choisit de proposer une argumentation plus approfondie, en s'appuyant sur les méthodes, notamment manipulatoires et expérimentales, qu'il choisit de mettre en œuvre.

Programme

Le programme est présenté en deux colonnes. Chaque thème comporte une brève introduction qui en indique l'esprit général.

La colonne de gauche liste les connaissances (en caractère droit) qui doivent être acquises par les élèves à l'issue de la classe de seconde. On remarquera que ces connaissances sont toujours très générales. Il va de soi qu'elles auront été construites dans le cadre d'études d'exemples précis. Néanmoins, il convient d'insister sur le fait que **c'est bien ce niveau de généralité qui représente l'exigible** et définit donc le contenu, en matière de connaissances et d'évaluation. L'objectif de la classe de seconde est d'assurer la solidité des acquis du collège, d'apporter un nombre limité d'éléments nouveaux et de préparer ainsi la suite de la scolarité en lycée.
En italique, la colonne de gauche comporte aussi quelques commentaires qui précisent et limitent les objectifs d'apprentissage, lorsque cela paraît nécessaire :
- en italique simple, quelques **précisions sur les objectifs et mots clés** (ces mots clés correspondent à des notions qui n'ont pas été placées directement dans le programme pour de simples questions d'écriture, mais qui doivent être connues des élèves) ;
- entre parenthèses, des indications sur **ce qui a déjà été étudié** et qui ne sera pas reconstruit en seconde (ces acquis peuvent cependant être rappelés) ;
- entre crochets, quelques limites, chaque fois qu'il a semblé nécessaire de rendre parfaitement explicite ce jusqu'où ne doit pas aller l'exigible (il s'agit bien de limites de ce qui est exigible pour les élèves, ce qui ne veut pas dire qu'il est interdit d'en parler dans le déroulement de la construction du savoir) ;
- les convergences les plus marquantes vers d'autres disciplines (ces relations ne sont pas indiquées de façon exhaustive).

La **colonne de droite indique les capacités et attitudes** dont on attend qu'elles soient développées dans le cadre de l'item décrit.

En préambule du programme, une liste de **capacités et attitudes générales** est présentée. Il s'agit de capacités et attitudes communes à la plupart des items qui ne sont donc en général pas reprises par la suite. Il convient cependant de ne pas les oublier et d'organiser leur développement sur l'ensemble de l'année.

On observera que, par souci de continuité et de cohérence, le vocabulaire utilisé pour décrire les capacités et attitudes mises en œuvre s'inspire fortement de celui utilisé pour le socle commun de connaissances et de compétences du collège (BOEN n°29 du 20 juillet 2006).

Capacités et attitudes développées tout au long du programme
Pratiquer une démarche scientifique (observer, questionner, formuler une hypothèse, expérimenter, raisonner avec rigueur, modéliser). Recenser, extraire et organiser des informations. Comprendre le lien entre les phénomènes naturels et le langage mathématique. Manipuler et expérimenter. Comprendre qu'un effet peut avoir plusieurs causes. Exprimer et exploiter des résultats, à l'écrit, à l'oral, en utilisant les technologies de l'information et de la communication. Communiquer dans un langage scientifiquement approprié : oral, écrit, graphique, numérique. Percevoir le lien entre sciences et techniques. Manifester sens de l'observation, curiosité, esprit critique. Montrer de l'intérêt pour les progrès scientifiques et techniques. Être conscient de sa responsabilité face à l'environnement, la santé, le monde vivant. Avoir une bonne maîtrise de son corps. Être conscient de l'existence d'implications éthiques de la science. Respecter les règles de sécurité. Comprendre la nature provisoire, en devenir, du savoir scientifique. Être capable d'attitude critique face aux ressources documentaires. Manifester de l'intérêt pour la vie publique et les grands enjeux de la société. Savoir choisir un parcours de formation.

Connaissances	Capacités et attitudes
Thème 1 – La Terre dans l'Univers, la vie et l'évolution du vivant : une planète habitée	
L'histoire de la Terre s'inscrit dans celle de l'Univers. Le développement de la vie sur Terre est lié à des particularités de la planète. La vie émerge de la nature inerte. Les êtres vivants possèdent une organisation et un fonctionnement propres. Leurs formes montrent une diversité immense, variable dans le temps, au gré de l'évolution.	
Les conditions de la vie : une particularité de la Terre ?	
La Terre est une planète rocheuse du système solaire. Les conditions physico-chimiques qui y règnent permettent l'existence d'eau liquide et d'une atmosphère compatible avec la vie. Ces particularités sont liées à la taille de la Terre et à sa position dans le système solaire. Ces conditions peuvent exister sur d'autres planètes qui possèderaient des caractéristiques voisines sans pour autant que la présence de vie y soit certaine. *Objectifs et mots clés. Système solaire, étoile, planète gazeuse, planète rocheuse, astéroïde, comète.* *[Limites. Différenciation du globe terrestre ; origine de la planète ; origine de la vie.]* *Convergences. Physique : l'univers, le système solaire, les états de l'eau, l'atmosphère.*	Expérimenter, modéliser, recenser, extraire et organiser des informations pour : - comparer les différents objets du système solaire et dégager les singularités de la Terre ; - relier les particularités de la planète Terre à sa masse et sa distance au Soleil et définir une zone d'habitabilité autour des étoiles.
La nature du vivant	
Les êtres vivants sont constitués d'éléments chimiques disponibles sur le globe terrestre. Leurs proportions sont différentes dans le monde inerte et dans le monde vivant. Ces éléments chimiques se répartissent dans les diverses molécules constitutives des êtres vivants. Les êtres vivants se caractérisent par leur matière carbonée et leur richesse en eau. L'unité chimique des êtres vivants est un indice de leur parenté. *(Collège. Lipides, protides, glucides.)* *[Limites. Aucune étude biochimique exhaustive n'est attendue.]* *Convergences. Chimie : les éléments chimiques, espèces chimiques, classification périodique des éléments.*	Expérimenter, modéliser, recenser, extraire et organiser des informations pour comprendre la parenté chimique entre le vivant et le non vivant. Mettre en œuvre un processus (analyse chimique et/ou logiciel de visualisation moléculaire et/ou pratique documentaire) pour repérer quelques caractéristiques des molécules du vivant.
De nombreuses transformations chimiques se déroulent à l'intérieur de la cellule : elles constituent le métabolisme. Il est contrôlé par les conditions du milieu et par le patrimoine génétique. La cellule est un espace limité par une membrane qui échange de la matière et de l'énergie avec son environnement. Cette unité structurale et fonctionnelle commune à tous les êtres vivants est un indice de leur parenté. *Objectifs et mots clés. On étudie un exemple. Mutant, organite, ordres de grandeur de tailles (cellule, organite, membrane). Distinction procaryote / eucaryote.* *(Collège. Membrane, noyau, cytoplasme ; information génétique, gène, allèle.)* *[Limites. Les réactions du métabolisme ; l'ultrastructure des organites ; la nomenclature des organites.]* *Convergences. Chimie : transformations chimiques.*	Mettre en œuvre un raisonnement expérimental pour : - montrer l'effet de mutations sur le métabolisme cellulaire et comprendre le rôle du génome ; - repérer l'influence de l'environnement sur le fonctionnement d'une cellule ; - comprendre les mécanismes d'une démonstration expérimentale : comparaisons, tests, témoins. Réaliser une préparation microscopique et/ou utiliser des logiciels et/ou organiser et recenser des informations pour distinguer les échelles : atome, molécule, cellule, organe, organisme et les ordres de grandeur associés. Comparer des ultrastructures cellulaires pour illustrer la parenté entre les êtres vivants.

Connaissances	Capacités et attitudes
La transgénèse montre que l'information génétique est contenue dans la molécule d'ADN et qu'elle y est inscrite dans un langage universel. La variation génétique repose sur la variabilité de la molécule d'ADN (mutation). L'universalité du rôle de l'ADN est un indice de la parenté des êtres vivants. *Objectifs et mots clés. La double hélice, nucléotide, séquence.* *(Collège. L'information génétique est contenue dans le noyau ; l'ADN est présent dans le noyau.)* *[Limites. Code génétique, transcription, traduction, réplication ; la transgénèse est utilisée comme méthode mais aucune connaissance sur ses mécanismes ne doit être acquise.]*	Manipuler, modéliser, recenser, extraire et organiser des informations pour mettre en évidence l'universalité de l'ADN. Mettre en œuvre une méthode (démarche historique et/ou utilisation de logiciel et/ou pratique documentaire) permettant d'approcher la structure de l'ADN et la nature du message codé.
La biodiversité, résultat et étape de l'évolution	
La biodiversité est à la fois la diversité des écosystèmes, la diversité des espèces et la diversité génétique au sein des espèces. L'état actuel de la biodiversité correspond à une étape de l'histoire du monde vivant : les espèces actuelles représentent une infime partie du total des espèces ayant existé depuis les débuts de la vie. La biodiversité se modifie au cours du temps sous l'effet de nombreux facteurs, dont l'activité humaine. *Objectifs et mots clés. On enrichit la notion de biodiversité, à l'occasion d'une sortie ou d'un travail de laboratoire.* *(Collège. Détermination d'espèces vivantes, première approche de la biodiversité, biodiversités anciennes.)* *[Limites. L'écosystème est seulement défini comme l'ensemble constitué par un milieu et les êtres vivants qui l'habitent.]*	Manipuler, extraire et organiser des informations, si possible sur le terrain, pour : - repérer les divers aspects de la biodiversité dans une situation donnée ; - mettre en évidence l'influence de l'Homme sur la biodiversité. Utiliser des outils simples de détermination d'espèces végétales ou animales (actuelles ou fossiles) pour mettre en évidence la biodiversité d'un milieu. Prendre conscience de la responsabilité humaine face à l'environnement et au monde vivant.
Au sein de la biodiversité, des parentés existent qui fondent les groupes d'êtres vivants. Ainsi, les vertébrés ont une organisation commune. Les parentés d'organisation des espèces d'un groupe suggèrent qu'elles partagent toutes un ancêtre commun. *Objectifs et mots clés. Polarité, symétrie, squelette osseux, vertèbre.* *(Collège. Classification en groupes emboîtés ; arbre phylogénétique.)* *[Limites. Les caractères communs aux vertébrés non cités dans les mots clés n'ont pas à être mémorisés.]*	Mettre en œuvre un protocole de dissection pour comparer l'organisation de quelques vertébrés. Manipuler, recenser, extraire et organiser des informations sur l'organisation de quelques vertébrés actuels et/ou fossiles.
La diversité des allèles est l'un des aspects de la biodiversité. La dérive génétique est une modification aléatoire de la diversité des allèles. Elle se produit de façon plus marquée lorsque l'effectif de la population est faible. La sélection naturelle et la dérive génétique peuvent conduire à l'apparition de nouvelles espèces. *(Collège. Première approche de la variation, crise biologique ; sélection par le milieu des formes les plus adaptées.)* *[Limites. La compréhension de la notion de dérive se limite à une première appréhension qualitative, sans formalisme mathématique, et sans en étudier les variantes. Aucun approfondissement n'est attendu.]* *Convergences. Mathématiques : simulation, tableur, échantillonnage.*	Manipuler, utiliser un logiciel de modélisation pour comprendre la dérive génétique. Extraire et organiser des informations pour relier crises biologiques, dérive génétique et évolution des espèces.

Connaissances	Capacités et attitudes
Thème 2 Enjeux planétaires contemporains : énergie, sol	
L'Homme a besoin de matière et d'énergie. La croissance démographique place l'humanité face à un enjeu majeur : trouver et exploiter des ressources (énergie, sol) tout en gérant le patrimoine naturel.	
Le soleil : une source d'énergie essentielle	
La lumière solaire permet, dans les parties chlorophylliennes des végétaux, la synthèse de matière organique à partir d'eau, de sels minéraux et de dioxyde de carbone. Ce processus permet, à l'échelle de la planète, l'entrée de matière minérale et d'énergie dans la biosphère. *Objectifs et mots clés. Photosynthèse, productivité primaire, biomasse.* *(Collège. Première approche de la nutrition des végétaux ; réseau alimentaire.)* *[Limites. Aucun mécanisme cellulaire ou moléculaire n'est attendu.]*	Établir, à l'aide d'arguments expérimentaux, les grands éléments de bilan de la photosynthèse. Recenser, extraire et organiser des informations pour prendre conscience de l'importance planétaire de la photosynthèse.
La présence de restes organiques dans les combustibles fossiles montre qu'ils sont issus d'une biomasse. Dans des environnements de haute productivité, une faible proportion de la matière organique échappe à l'action des décomposeurs puis se transforme en combustible fossile au cours de son enfouissement. La répartition des gisements de combustibles fossiles montre que transformation et conservation de la matière organique se déroulent dans des circonstances géologiques bien particulières. La connaissance de ces mécanismes permet de découvrir les gisements et de les exploiter par des méthodes adaptées. Cette exploitation a des implications économiques et environnementales. *Objectifs et mots clés. On étudie un exemple (qui peut être un pétrole, un charbon, etc.) choisi en fonction de sa proximité ou de son intérêt ; gisement, réserve, ressource, subsidence.* *(Collège. Décomposeur, roche sédimentaire, paléoenvironnement.)* *[Limites. L'explication de la répartition des ressources à l'échelle globale n'est pas au programme de la classe de seconde mais sera reprise ultérieurement. On signalera l'inégale répartition et on annoncera l'étude future de cet aspect.]* *Convergences. Géographie.*	Repérer dans la composition et les conditions de gisement les indices d'une origine biologique d'un exemple de combustible fossile. Manipuler, modéliser, extraire et exploiter des informations, si possible sur le terrain et/ou modéliser pour comprendre les caractéristiques d'un gisement de combustible fossile (structure, formation, découverte, exploitation).
L'utilisation de combustible fossile restitue rapidement à l'atmosphère du dioxyde de carbone prélevé lentement et piégé depuis longtemps. Brûler un combustible fossile, c'est en réalité utiliser une énergie solaire du passé. L'augmentation rapide, d'origine humaine de la concentration du dioxyde de carbone dans l'atmosphère interfère avec le cycle naturel du carbone. *[Limites. Les conséquences climatiques de la variation du dioxyde de carbone atmosphérique ne seront qu'évoquées en seconde et seront étudiées ultérieurement.]*	Manipuler, modéliser, extraire et exploiter des informations pour repérer dans une archive géologique simple les indices d'une variation d'origine humaine de la teneur en dioxyde de carbone atmosphérique. Représenter un cycle du carbone simplifié mais quantifié pour comprendre en quoi l'utilisation des combustibles fossiles constitue un enjeu planétaire.

Connaissances	Capacités et attitudes
L'énergie solaire est inégalement reçue à la surface de la planète. La photosynthèse en utilise moins de 1%. Le reste chauffe l'air (par l'intermédiaire du sol) et l'eau (ce qui est à l'origine des vents et courants) et évapore l'eau (ce qui permet le cycle de l'eau). Utiliser l'énergie des vents, des courants marins, des barrages hydroélectriques, revient à utiliser indirectement de l'énergie solaire. Ces ressources énergétiques sont rapidement renouvelables. La comparaison de l'énergie reçue par la planète et des besoins humains en énergie permet de discuter de la place actuelle ou future de ces différentes formes d'énergie d'origine solaire. *Collège. Le cycle de l'eau.* *[Limites. Il s'agit seulement de proposer une vision globale, sans chercher à expliquer chacun des éléments de façon exhaustive. L'énergie nucléaire pourra simplement être signalée dans le cadre d'un panorama d'ensemble quantifié.]* *Convergences. Géographie, sciences économiques.*	Expérimenter, modéliser, extraire et exploiter des informations (documents météorologiques et/ou images satellitales et/ou documents océanographiques, etc.) et les mettre en relation pour comprendre l'effet de l'énergie solaire sur un exemple de circulation (atmosphérique ou hydrosphérique). Construire une argumentation (de nature manipulatoire et/ou documentaire) pour montrer l'inégale répartition de la quantité d'énergie solaire reçue selon la latitude, et ses conséquences.
Le sol : un patrimoine durable ?	
Pour satisfaire les besoins alimentaires de l'humanité, l'Homme utilise à son profit la photosynthèse. L'agriculture a besoin pour cela de sols cultivables et d'eau : deux ressources très inégalement réparties à la surface de la planète, fragiles et disponibles en quantités limitées. Elle entre en concurrence avec la biodiversité naturelle. La biomasse végétale produite par l'agriculture est une source de nourriture mais aussi une source de combustibles ou d'agrocarburants. Ces deux productions entrent en concurrence. *[Limites. Aucune étude de pratique agricole n'est attendue.]* *Convergences. Géographie.*	Modéliser, recenser, extraire et organiser des informations de façon à - comparer la part de production de biomasse utilisée par l'homme et le total de cette production ; - établir l'inégale répartition de ces deux ressources. Comprendre la responsabilité humaine en matière d'environnement. Comprendre les éléments d'un débat. Manifester un intérêt pour la vie publique et les grands enjeux de la société à l'échelle planétaire. Modéliser, recenser, extraire et organiser des informations afin de comprendre comment l'homme intervient sur les flux naturels de biomasse et les détourne partiellement à son profit.
Un sol résulte d'une longue interaction entre les roches et la biosphère, conditionnée par la présence d'eau et la température. Le sol est lent à se former, inégalement réparti à la surface de la planète, facilement dégradé et souvent détourné de sa fonction biologique. Sa gestion est un enjeu majeur pour l'humanité. *Objectifs et mots clés. On étudie un exemple, dans l'objectif de comprendre ce qu'est un sol et qu'il résulte d'une lente formation ; altération, hydrolyse, roche mère, humus, horizon.* *[Limites. Les différents types de sol ; les différents types d'horizons ; tout vocabulaire de pédologie autre que les quelques termes cités ; les mécanismes de formation du sol au-delà de la simple existence d'une altération et d'une interaction avec la biosphère.]*	Manipuler, recenser, extraire et organiser des informations, si possible sur le terrain, pour : - comprendre la formation d'un exemple de sol ; - relier végétation, climat, nature de la roche mère et nature d'un exemple de sol. Comprendre la responsabilité humaine en matière d'environnement.

Connaissances	Capacités et attitudes
Thème 3 – Corps humain et santé : l'exercice physique	
La connaissance du corps et de son fonctionnement est indispensable pour pratiquer un exercice physique dans des conditions compatibles avec la santé. Cela passe par la compréhension des effets physiologiques de l'effort et de ses mécanismes dont on étudie ici un petit nombre d'aspects.	
Des modifications physiologiques à l'effort	
Au cours d'un exercice long et/ou peu intense, l'énergie est fournie par la respiration, qui utilise le dioxygène et les nutriments. L'effort physique augmente la consommation de dioxygène : - plus l'effort est intense, plus la consommation de dioxygène augmente ; - il y a une limite à la consommation de dioxygène. La consommation de nutriments dépend aussi de l'effort fourni. L'exercice physique est un des facteurs qui aident à lutter contre l'obésité. *Objectifs et mots clés. VO_2, VO_2max.* *(Collège. Nutriments et dioxygène libèrent de l'énergie utilisable pour le fonctionnement des organes. Réactions de l'organisme à l'effort).* *[Limites. Aucune étude n'est conduite à l'échelle cellulaire.]* *Convergences. Mathématiques : fonctions, tableur.*	Concevoir et/ou mettre en œuvre un protocole expérimental (ExAO, spirométrie, brassard, ...) pour mettre en évidence un ou plusieurs aspects du métabolisme énergétique à l'effort (consommation de dioxygène, production de chaleur,…). Exploiter des données quantitatives (éventuellement à l'aide d'un tableur) concernant les modifications de la consommation de dioxygène et/ou de nutriments à l'effort.
Au cours de l'effort un certain nombre de paramètres physiologiques sont modifiés : fréquence cardiaque, volume d'éjection systolique (et donc débit cardiaque) ; fréquence ventilatoire et volume courant (et donc débit ventilatoire) ; pression artérielle. Ces modifications physiologiques permettent un meilleur approvisionnement des muscles en dioxygène et en nutriments. L'organisation anatomique facilite cet apport privilégié. Un bon état cardiovasculaire et ventilatoire est indispensable à la pratique d'un exercice physique. *Objectifs et mots clés. Cœur, artère, veine, capillaire, pression artérielle, double circulation en série, circulation générale en parallèle.* *(Collège. Modifications des fréquences cardiaque et ventilatoire à l'effort ; besoin du muscle en dioxygène et nutriments ; bases anatomiques.)* *[Limites. L'étude anatomique se limite à celle du cœur et de l'organisation générale de la circulation. Aucune étude histologique n'est attendue.]* *Convergences. EPS, sciences physiques.*	Concevoir et/ou mettre en œuvre un protocole expérimental (en particulier assisté par ordinateur) pour montrer les variations des paramètres physiologiques à l'effort. Manipuler, modéliser, recenser, extraire et organiser des informations et ou manipuler (dissections et/ou logiciels de simulation et/ou recherche documentaire) pour comprendre l'organisation et le fonctionnement des systèmes cardiovasculaire et ventilatoire.

Connaissances	Capacités et attitudes
Une boucle de régulation nerveuse	
La pression artérielle est une grandeur contrôlée par plusieurs paramètres. Par exemple, il existe une boucle réflexe de contrôle de la fréquence cardiaque (dont la pression artérielle dépend par l'intermédiaire du débit) : - des capteurs (barorécepteurs) sont sensibles à la valeur de la pression artérielle ; - un centre bulbaire intègre les informations issues des barorécepteurs et module les messages nerveux en direction de l'effecteur (cœur) ; - les informations sont transmises du centre à l'effecteur par des nerfs sympathiques et parasympathiques. La boucle de régulation contribue à maintenir la pression artérielle dans d'étroites limites autour d'une certaine valeur. A l'effort, l'organisme s'écarte de cette situation standard. *Objectifs et mots clés. A partir de la complexité des réactions de l'organisme à l'effort, on isole un seul aspect (le contrôle nerveux de la fréquence cardiaque dans le cadre de la régulation de la pression artérielle) afin de construire le concept de boucle de régulation.* *[Limites. Tout autre mécanisme intervenant sur la régulation de la pression artérielle ; on pourra signaler que l'on n'étudie que l'un des éléments d'un ensemble complexe qui sera complété dans une classe ultérieure. Toute étude à l'échelle cellulaire du fonctionnement des récepteurs, des fibres nerveuses, du bulbe ou des effets nerveux sur le cœur ; les médiateurs nerveux. Le message nerveux est vu simplement comme un train de signaux de nature électrique. Le mode de détermination de la valeur de la pression artérielle selon les circonstances n'est pas au programme.]*	Recenser, extraire et exploiter des documents historiques relatifs à des travaux expérimentaux pour construire et/ou argumenter la boucle de régulation nerveuse évoquée. Élaborer un schéma fonctionnel pour représenter une boucle de régulation.
Pratiquer une activité physique en préservant sa santé	
Le muscle strié squelettique et les articulations constituent un système fragile qui doit être protégé. Les accidents musculo-articulaires s'expliquent par une détérioration du tissu musculaire, des tendons, ou de la structure articulaire. Au cours de la contraction musculaire, la force exercée tire sur les tendons et fait jouer une articulation, ce qui conduit à un mouvement. *Objectifs et mots clés. On étudie un exemple d'accident musculo-articulaire (claquage, entorse, déchirure…). La recherche de l'explication de l'accident choisi conduit à en connaître l'origine et débouche sur la compréhension de la structure normale du système musculo-articulaire. L'organisation d'un muscle est abordée jusqu'à l'identification de la cellule musculaire.* *[Limites. Toute étude intracellulaire de la fibre musculaire ou de sa contraction est exclue.* *La commande de la contraction n'est pas au programme.]*	Recenser, extraire et interpréter des informations tirées de compte rendus d'accidents musculo-articulaires (imageries médicales). Manipuler, modéliser, recenser, extraire et organiser des informations et/ou manipuler (dissections, maquettes, etc.) pour comprendre le fonctionnement du système musculo-articulaire. Relier les caractéristiques de l'organisation du muscle aux manifestations d'un accident musculo-articulaire.
Des pratiques inadaptées ou dangereuses (exercice trop intense, dopage…) augmentent la fragilité du système musculo-articulaire et/ou provoquent des accidents. *[Limites. On se limite à l'étude d'un exemple.]*	Extraire et exploiter des informations pour : - comprendre la différence entre l'usage thérapeutique d'une molécule et l'usage détourné qui peut en être fait ; - comprendre l'effet sur la santé des sportifs d'une pratique de dopage ; - déterminer comment se livrer à un exercice physique dans de bonnes conditions de santé. Exercer sa responsabilité en matière de santé.