

Annexe**Programme d'enseignement de chimie-biochimie-sciences du vivant
Classe terminale de la série technologique STL****Préambule**

L'enseignement de chimie-biochimie-sciences du vivant de la classe terminale de la série STL prolonge celui de la classe de première. Commun aux deux spécialités de la série STL - biotechnologies et sciences physiques et chimiques en laboratoire -, ce programme est en cohérence avec l'enseignement de physique-chimie du tronc commun des séries STI2D et STL et avec les enseignements spécifiques à chacune des spécialités : biotechnologies et sciences physiques et chimiques en laboratoire.

Les objectifs généraux de cet enseignement

L'objectif du programme de la classe terminale ambitionne toujours, comme en classe de première, de permettre aux élèves des filières technologiques, futurs techniciens, futurs ingénieurs ou futurs chercheurs d'acquérir une **culture générale dans ces trois champs disciplinaires** qui se mêlent et s'enrichissent des apports de chacun. L'interface entre ces trois champs scientifiques est, depuis plus de deux siècles, le siège d'importantes découvertes et avancées scientifiques et elle mérite d'être explorée par une approche concrète et pluridisciplinaire. Cette exploration conduit à une culture fondée sur des connaissances actuelles, considérées comme valides tant qu'elles résistent à l'épreuve des faits, et sur des modes de raisonnement propres aux sciences.

Cet **enseignement intégré** vise donc à poursuivre la construction d'une culture commune portant sur **les systèmes vivants aux différentes échelles** et à introduire les concepts relatifs à chaque discipline au moment opportun. Il ne s'agit pas d'une juxtaposition de disciplines sans lien entre elles, mais bien, dans cet enseignement innovant, de faire ressortir les connexions entre trois champs disciplinaires par le passage continu d'une discipline à l'autre à travers les thématiques, les disciplines n'étant pas identifiées en tant que telles. Le programme propose notamment l'utilisation d'un vocabulaire harmonisé pour favoriser la compréhension de l'élève et pour l'aider à faire le lien entre les disciplines scientifiques au lycée, mais aussi au-delà, dans l'enseignement supérieur.

Cet enseignement privilégie toujours **l'acquisition de compétences**, de méthodes, de raisonnements, d'autonomie et d'initiative à travers la réalisation d'**activités concrètes, pratiques et contextualisées** suscitant la motivation de l'élève et l'amenant à participer à la construction de son savoir.

Enfin, cette année de terminale doit contribuer à préparer tous les élèves à des **poursuites d'études supérieures scientifiques** et, au-delà, aux métiers auxquels elles conduisent. Leur réussite y sera favorisée si chacun d'eux parvient à mobiliser de manière autonome ses acquis théoriques, méthodologiques et techniques, à élaborer sa propre démarche de résolution et à réaliser des bilans simples et synthétiques, éventuellement sous forme de schémas, à propos des thématiques abordées ou des documents analysés.

L'acquisition de compétences par les élèves

L'acquisition des **connaissances fondamentales** reste un objectif important de cet enseignement, cependant celles-ci ne participent à la formation intellectuelle et citoyenne des élèves que dans la mesure où elles sont assorties de **capacités** à les mobiliser pour résoudre un problème et d'**attitudes** essentielles à développer lors de la pratique d'activités scientifiques en autonomie, seul ou en groupe. Les connaissances, capacités et attitudes présentes dans le programme précisent les limites des attendus exigibles en fin de cycle terminal et sont à prendre en compte dans la conception des scénarios pédagogiques visant leur acquisition et lors des phases d'évaluations visant leur contrôle. Rappelons que l'on désigne par **compétence** une combinaison de connaissances, capacités et attitudes mises en œuvre pour résoudre une tâche donnée.

À propos des modalités d'enseignement

Les **activités expérimentales** répondant à une problématique et conduisant à des démarches de modélisation, les **démarches historiques** montrant l'évolution des idées et la construction progressive des connaissances, les **études de terrain** abordant des situations complexes réelles, l'**analyse de documents** de nature variée, sont autant d'approches pertinentes pour mettre en œuvre cet enseignement. Leur intérêt a été souligné dans le préambule de la classe de première dont le contenu reste valable pour l'année de terminale.

Pour autant, le programme est toujours conçu pour laisser une grande place à la **liberté pédagogique du professeur**, notamment dans le choix de l'ordre de présentation du programme, des modalités didactiques retenues, et des supports utilisés, expériences ou ressources documentaires, pour illustrer chacun des items. Il n'en reste pas moins vrai que le professeur doit :

- s'attacher à atteindre l'ensemble des objectifs de formation fixés par le programme ;
- s'assurer de la validité scientifique des ressources pédagogiques, que ce soient des articles publiés dans des revues, des ressources numériques ou des vidéos ;
- proposer aux élèves des méthodes et outils diversifiés afin qu'ils puissent manipuler, expérimenter avec ou sans l'ordinateur, aller sur le terrain, modéliser, rechercher une information à partir de documents de nature différente.

Le programme de la classe terminale

La forme du programme de la classe terminale est analogue à celle du programme de la classe de première. Chaque thème comporte une brève introduction qui en indique l'esprit général et se trouve présenté en **deux colonnes** intitulées :

- **Connaissances** : dans la colonne de gauche, figurent les savoirs à acquérir sous forme de résumés. Les termes en gras sont des **mots-clés** destinés à faciliter la lecture et le repérage. Le niveau visé est précisé par les capacités à mettre en œuvre ces connaissances dans une situation donnée, qui sont regroupées dans la colonne de droite.

- **Capacités** : dans la colonne de droite sont précisés les savoir-faire à acquérir, capacités explicitées sous forme de verbes d'action. Les termes et expressions libellés en caractères gras et en italique font référence à des activités pratiques en laboratoire réalisées par les élèves. Les ressources documentaires restent au choix de l'enseignant qui doit s'assurer de leur validité scientifique ; ce sont des supports papier, des ressources numériques, des vidéos, l'essentiel étant que les élèves soient habitués à exploiter des documents de nature différente.

Pour ce qui concerne les **attitudes** ou savoir-être, il s'agit d'**attitudes générales** mobilisées dans la plupart des activités, aussi sont-elles données dans le préambule. Elles s'inscrivent toutes dans le prolongement du socle commun :

- montrer de l'intérêt pour les progrès scientifiques et techniques et percevoir le lien entre sciences et techniques ;
- manifester sens de l'observation, curiosité, imagination, esprit critique ;
- être capable d'attitude critique face aux ressources documentaires ;
- avoir le goût du raisonnement fondé sur des arguments dont la validité est à prouver ;
- comprendre la nature provisoire du savoir scientifique ;
- être conscient de sa responsabilité face à l'environnement, la santé, le monde vivant ;
- être conscient de l'existence d'implications éthiques de la science ;
- avoir une bonne maîtrise de son corps ;
- respecter les règles de sécurité ;
- travailler en groupe, prendre en compte l'avis des autres.

De même, des **capacités générales** liées à la pratique de la démarche scientifique, elles-mêmes dans le prolongement du socle commun, sont communes à l'ensemble des items :

- pratiquer une démarche scientifique (observer, questionner, formuler une hypothèse, expérimenter, raisonner avec rigueur, modéliser) ;
- rechercher, extraire et organiser l'information utile ;
- manipuler, mesurer, exploiter des résultats, appliquer des consignes ;
- comprendre qu'un fait peut avoir plusieurs causes ;
- présenter la démarche suivie, exprimer les résultats obtenus, communiquer à l'aide d'un langage adapté, à l'écrit comme à l'oral.

Cinq thèmes d'étude portant sur les systèmes vivants

Le programme de la classe terminale complète les quatre thèmes déjà abordés en classe de première et les prolonge par un cinquième thème portant sur **les systèmes vivants de grande échelle** qui permet d'avoir une vision plus globale sur les enjeux du monde contemporain et d'amener l'élève à développer une réflexion citoyenne. En effet, l'impérieuse nécessité de proposer actuellement des solutions s'inscrivant dans le cadre d'un développement durable conduit à comparer différentes solutions pour effectuer des choix, en fonction de contraintes sociales, économiques et environnementales. L'enseignement de chimie-biochimie-sciences du vivant, à la croisée des disciplines, devrait permettre à l'élève de disposer de la formation scientifique requise pour s'engager dans cette approche systémique des problèmes et pour parvenir, à l'issue d'analyses multifactorielles, à apporter des arguments scientifiques sur les choix, tout en identifiant les problèmes éthiques. Ce dernier thème est un lieu privilégié de réinvestissement des compétences acquises dans les autres thèmes et pourrait avantageusement s'appuyer sur des projets d'élèves. Dans chaque thème, les titres des chapitres abordés en première sont indiqués ci-dessous en italique, alors que ceux introduits en terminale le sont en caractère droit.

Thème 1 : Les systèmes vivants présentent une organisation particulière de la matière

Il s'agit de montrer que les systèmes vivants présentent une grande diversité d'organisation et de fonctionnement, néanmoins leur étude à différentes échelles (organes, tissus, cellule, macromolécule, molécule) révèle des indices de leur unité. Des relations structures/propriétés sont établies au niveau moléculaire.

Les virus sont des systèmes biologiques infectieux, constitués au minimum d'un acide nucléique et de protéines ; ils ne peuvent être décrits indépendamment de la cellule hôte dont ils utilisent les constituants pour se multiplier.

1.1 Les organismes vivants présentent une unité et une diversité

1.2 Les organismes vivants peuvent être explorés par des techniques adaptées à chaque échelle

1.3 Les organismes vivants présentent différents niveaux d'organisation

1.4 La cellule fonde l'unité du vivant

1.5 Les molécules des organismes vivants présentent des structures et des propriétés spécifiques

1.6 Les virus sont des systèmes biologiques non cellulaires

Thème 2 : Les systèmes vivants échangent de la matière et de l'énergie

Le maintien de l'intégrité biologique des systèmes vivants nécessite qu'ils entretiennent avec le milieu les échanges indispensables à la couverture de leurs besoins en nutriments et en énergie. La thermodynamique permet de rendre compte des aspects énergétiques des transformations chimiques intervenant lors du métabolisme (hydrolyse, oxydoréduction, synthèse de biomolécules) et du rôle qui y est joué par l'ATP. La spécificité des réactions mises en œuvre dans le métabolisme est assurée grâce aux enzymes, les catalyseurs biologiques.

2.1 *L'alimentation humaine doit être diversifiée pour apporter les différents nutriments*

2.2 *Chez l'homme, les aliments sont d'abord digérés, puis les nutriments sont absorbés et distribués par le milieu intérieur*

2.3 *Les cellules puisent les nutriments dans leur environnement pour former et renouveler leurs constituants*

2.4 *Le maintien de l'équilibre dynamique des paramètres physiologiques assure la stabilité du milieu intérieur*

2.5. Les systèmes vivants assurent leur activité et maintiennent leur intégrité en utilisant des voies métaboliques variées

2.6. Les voies métaboliques des systèmes vivants sont exploitées dans les bio-industries

Thème 3 : Les systèmes vivants maintiennent leur intégrité et leur identité en échangeant de l'information

Le maintien de l'intégrité et de l'identité d'un organisme demande une modulation et un contrôle de son fonctionnement. Cette régulation mobilise divers moyens de communication assurant les transferts d'informations nécessaires.

3.1 *Un système vivant est un système de communication intégrée*

3.2 *Les systèmes vivants utilisent deux grandes voies de communication (nerveuse, hormonale, régulation)*

3.3 Le maintien de l'intégrité de l'organisme par les mécanismes immuns nécessite la reconnaissance du soi et une coopération entre les cellules immunocompétentes

Thème 4 : Les systèmes vivants contiennent, échangent et utilisent de l'information génétique

La variété phénotypique des systèmes vivants est déterminée à différentes échelles par la diversité des informations portées par l'ADN, par leurs transmissions lors des phases de réplication ou lors de la reproduction sexuée. Cette dernière permet le brassage génétique qui confère à chaque individu une identité propre.

4.1 *Les propriétés informatives de l'ADN*

4.2 Le phénotype d'un individu est lié à l'expression de son génotype

4.3 La séquence codante d'un gène permet l'expression d'un caractère via la synthèse d'une protéine

4.4 L'information génétique est conservée par réplication de l'ADN

4.5 La reproduction sexuée permet la rencontre de deux informations génétiques

4.6 L'ADN est un objet des biotechnologies

Thème 5 : Les systèmes vivants de grande échelle : écosystèmes et biosphère

Systèmes vivants de grande échelle, la biosphère et ses écosystèmes participent aux échanges de matière et d'énergie entre différentes enveloppes terrestres ; la biosphère contribue ainsi au recyclage de la matière et des éléments qui la constituent.

Les organismes vivants, quant à eux, peuvent être utilisés comme agents de dépollution ou d'élaboration d'espèces chimiques ; des procédés sont actuellement exploités à l'échelle industrielle et d'autres sont encore étudiés à l'état de prototype. Tous s'attachent à résoudre des problèmes sociétaux et environnementaux.

5.1 Les organismes vivants sont divers mais apparentés

5.2 Le sol et l'agrosystème sont deux écosystèmes de surface

5.3 La biosphère est une interface entre différentes enveloppes terrestres

5.4 Les organismes vivants sont utilisés par l'Homme comme agents de dépollution et de production

Thème 1 - Les systèmes vivants présentent une organisation particulière de la matière

Niveau d'organisation particulier de la matière, les virus sont des systèmes biologiques infectieux, constitués au minimum d'un acide nucléique et de protéines ; ils ne peuvent être décrits indépendamment de la cellule hôte dont ils utilisent les constituants pour se multiplier.

1.6 Les virus sont des systèmes biologiques non cellulaires

Connaissances	Capacités
Les virus diffèrent entre eux par leur structure et la nature de leur acide nucléique.	Exploiter des ressources documentaires pour : - identifier les principales caractéristiques structurales des virus ; - mettre en relation les éléments de structure avec leurs propriétés biologiques.
Les virus sont des parasites obligatoires des cellules ; ils se multiplient en utilisant la machinerie cellulaire. Les génomes de certains virus s'intègrent durablement à la cellule hôte. La libération des virus provoque généralement la mort de la cellule .	Exploiter des ressources documentaires pour : - identifier les principales étapes d'un cycle viral ; - mettre en relation les principales étapes de la multiplication virale avec la notion de parasitisme obligatoire.

Thème 2 - Les systèmes vivants échangent de la matière et de l'énergie

Le maintien de l'intégrité biologique des systèmes vivants nécessite qu'ils entretiennent avec le milieu les échanges indispensables à la couverture de leurs besoins en nutriments et en énergie. La thermodynamique permet de rendre compte des aspects énergétiques des transformations chimiques intervenant lors du métabolisme (hydrolyse, oxydoréduction, synthèse de biomolécules) et du rôle qui y est joué par l'ATP. La spécificité des réactions mises en œuvre dans le métabolisme est assurée grâce aux enzymes, les catalyseurs biologiques.

2.5 Les systèmes vivants assurent leur activité et maintiennent leur intégrité en utilisant des voies métaboliques variées

Connaissances	Capacités
Une voie métabolique est une suite de transformations chimiques catalysées par des enzymes. Lors d'une transformation chimique en solution, un système fermé évolue vers un état d'équilibre chimique. Cet état d'équilibre dépend de l'état initial et de la constante d'équilibre $K(T)$, caractéristique de la réaction. Une réaction est favorisée quand la valeur de la constante d'équilibre $K(T)$ est élevée, c'est-à-dire quand l' enthalpie libre standard de réaction $\Delta_r G^0(T)$ est négative. Le déplacement de l'état d'équilibre d'un système peut être provoqué en faisant varier les conditions opératoires : température, excès d'un réactif ou élimination d'un produit.	Mettre en œuvre des activités expérimentales et exploiter des ressources documentaires pour : - reconnaître le type de système étudié : isolé, fermé, ouvert, stationnaire ; - déterminer l'état final d'un système , dans le cas d'une réaction acide-base ou d'une réaction d'estérification-hydrolyse ; - exprimer le quotient réactionnel Q_r et le comparer à la constante d'équilibre $K(T)$, par exemple K_A pour la réaction de dissociation d'un acide dans l'eau ; - mettre en relation l'état final avec le caractère total ou limité d'une transformation ; - identifier les facteurs d'influence d'un état d'équilibre ; - proposer un protocole pour déplacer un état d'équilibre.

<p>Un organisme vivant est un système ouvert qui échange de la matière et de l'énergie avec l'extérieur.</p> <p>Les transformations chimiques dans l'organisme humain se déroulent à une température et un pH maintenus constants.</p> <p>Une transformation chimique est favorisée à pH = 7,0 et à 37°C quand l'enthalpie libre standard de réaction $\Delta_r G^0$ est négative.</p> <p>Dans la cellule, la réaction d'hydrolyse de l'ATP en ADP est caractérisée par une enthalpie libre de réaction $\Delta_r G^0 = -30 \text{ kJ.mol}^{-1}$</p> <p>Certaines transformations chimiques sont favorisées par le couplage de réactions exergoniques ($\Delta_r G^0 < 0$) avec des réactions endergoniques ($\Delta_r G^0 > 0$).</p>	<p>Analyser des exemples de réactions biochimiques pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - déterminer l'enthalpie libre d'une transformation obtenue par couplage à partir des enthalpies libres de réaction $\Delta_r G^0$ mises en jeu ; - positionner le $\Delta_r G^0$ de l'hydrolyse de l'ATP en ADP sur une échelle des $\Delta_r G^0$ des réactions intracellulaires ; - représenter sur la structure de l'ATP la liaison mise en jeu dans l'hydrolyse exergonique de l'ATP en ADP ; - expliquer le rôle de l'ATP et de l'ADP comme intermédiaires énergétiques.
<p>Certaines réactions chimiques intervenant au cours du métabolisme sont des réactions d'oxydoréduction.</p> <p>Un couple oxydant-réducteur est caractérisé par un potentiel standard E^0 à 25°C et par un potentiel standard apparent E^0 à pH = 7,0 et 37°C.</p> <p>Les réactions d'oxydoréduction sont d'autant plus exergoniques que la valeur ΔE^0 de la différence de potentiel standard des deux couples réagissant est grande.</p>	<p>Exploiter des ressources documentaires pour</p> <ul style="list-style-type: none"> - identifier l'oxydant et le réducteur d'un couple redox ; - écrire une demi-équation d'oxydoréduction, en particulier les demi-équations des couples NAD^+/NADH, FAD/FADH_2 ; - positionner sur une échelle de potentiels redox standards des couples intervenant dans le métabolisme énergétique : $\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$, cytochromes ox/red, coenzymes ox/red ; - positionner sur une échelle relative de niveau d'oxydation le dioxyde de carbone et des groupes caractéristiques qui interviennent dans les voies métaboliques (alcools, aldéhydes, cétones, acides).
<p>Dans la cellule, les réactions d'oxydation des substrats conduisent à la synthèse d'ATP.</p> <p>La réaction endergonique de phosphorylation de l'ADP en ATP nécessite un couplage :</p> <ul style="list-style-type: none"> - soit avec une transformation chimique comportant une oxydoréduction (couplage chimio-chimique) ; - soit avec un transport de protons dans le sens du gradient de concentration transmembranaire (couplage osmo-chimique). 	<p>Exploiter des ressources documentaires pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - identifier la nature du couplage énergétique mis en jeu lors d'une synthèse d'ATP ; - schématiser une synthèse d'ATP par couplage osmo-chimique.
<p>Le métabolisme cellulaire est constitué par l'ensemble des voies métaboliques d'une cellule.</p> <p>L'ensemble des voies conduisant à la dégradation de substrats et à la production d'ATP est appelé le catabolisme.</p> <p>L'ensemble des voies conduisant à la synthèse de molécules constitutives de l'organisme est appelé anabolisme.</p>	<p>Exploiter des ressources documentaires pour</p> <ul style="list-style-type: none"> - localiser au sein de la cellule quelques voies cataboliques : glycolyse, cycle de Krebs, chaîne respiratoire ; - repérer et annoter les étapes d'oxydoréduction et de synthèse d'ATP des voies cataboliques : la glycolyse, le cycle de Krebs, la chaîne respiratoire aérobie, la fermentation lactique ou alcoolique ; - établir les bilans d'énergie et de matière de l'utilisation du glucose par respiration et par fermentation ; - calculer un rendement énergétique en ATP ; - identifier une voie anabolique par la consommation d'ATP associée à l'utilisation de coenzymes réduits.
<p>La source d'énergie permet de distinguer les phototrophes et les chimiotrophes.</p> <p>La nature du donneur d'électrons permet de distinguer les organotrophes et les lithotrophes.</p> <p>Les animaux et de nombreuses bactéries sont des organismes chimio-organotrophes.</p>	<p>Mettre en œuvre un protocole expérimental (EXAO), exploiter des ressources documentaires pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - identifier le type trophique énergétique d'un organisme par l'étude des conditions permettant sa croissance ; - repérer, sur un schéma simple de la phase claire de la photosynthèse, les rôles du donneur d'électrons H_2O et de la lumière ainsi que la production d'ATP et de coenzyme réduit.

<p>Les végétaux chlorophylliens, les cyanobactéries sont des organismes photo-lithotrophes.</p> <p>La photosynthèse oxygénique permet à des organismes (végétaux, algues, cyanobactéries) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - de synthétiser de l'ATP en présence de lumière par couplage osmo-chimique ; - d'obtenir des coenzymes réduits utilisables pour l'anabolisme. 	
---	--

2.6 Les voies métaboliques des systèmes vivants sont exploitées dans les bio-industries

Connaissances	Capacités
<p>Les transformations biologiques mises en œuvre dans les systèmes vivants sont exploitées dans les bio-industries pour la fabrication de nombreux produits.</p>	<p>Exploiter des ressources documentaires pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - identifier les produits issus d'une fermentation éthanolique ou lactique ; - établir l'équation chimique globale de la transformation du glucose ; - expliquer l'intérêt industriel des fermentations par la notion de taux de conversion.

Thème 3 - Les systèmes vivants maintiennent leur intégrité et leur identité en échangeant de l'information

Le maintien de l'intégrité et de l'identité d'un organisme demande une modulation et un contrôle de son fonctionnement. Cette régulation mobilise divers moyens de communication assurant les transferts d'informations nécessaires.

3.2 Les systèmes vivants utilisent deux grandes voies de communication (suite)

Connaissances	Capacités
<p>La régulation de l'axe gonadotrope masculin et féminin intègre des communications nerveuses et hormonales.</p> <p>L'hypothalamus et l'hypophyse sont deux organes étroitement associés et situés à la base du cerveau.</p> <p>La régulation de l'axe gonadotrope masculin fait intervenir plusieurs niveaux de contrôle :</p> <ul style="list-style-type: none"> - contrôle de l'hypophyse par l'hypothalamus ; - contrôle du testicule par l'hypophyse ; - rétrocontrôle négatif du testicule sur le complexe hypothalamo-hypophysaire. <p>La régulation de l'axe gonadotrope féminin fait intervenir plusieurs niveaux de contrôle :</p> <ul style="list-style-type: none"> - contrôle de l'hypophyse par l'hypothalamus ; - contrôle de l'ovaire par l'hypophyse ; - contrôle de l'utérus par l'ovaire ; - rétrocontrôle négatif ou positif de l'ovaire sur le complexe hypothalamo-hypophysaire. 	<p>Exploiter des ressources documentaires pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - établir : <ul style="list-style-type: none"> . l'action de la GnRH sur la production hypophysaire de LH et FSH, . les actions respectives de LH et FSH sur la production des hormones sexuelles et sur la gamétogenèse, . le rétrocontrôle exercé par les hormones sexuelles sur le complexe hypothalamo-hypophysaire ; - mettre en relation l'ensemble des communications neuro-hormonales régulant l'axe gonadotrope avec la synchronisation des cycles sexuels.
<p>La procréation peut être maîtrisée par différentes méthodes contraceptives et contragestives.</p>	<p>Exploiter des ressources documentaires pour identifier les modes d'actions mécaniques ou hormonaux des principales méthodes contraceptives et contragestives.</p> <p>Prendre conscience du droit à la maîtrise de la procréation et de sa dimension éthique.</p>

3.3 Le maintien de l'intégrité de l'organisme par les mécanismes immuns nécessite la reconnaissance du soi et une coopération entre cellules immunocompétentes

Connaissances	Capacités
L'organisme possède des barrières naturelles qui limitent l'entrée d'agents étrangers. Certains microorganismes pathogènes peuvent provoquer des infections ; d'autres sont commensaux .	Exploiter des ressources documentaires pour : - caractériser les différentes barrières naturelles ; - identifier des facteurs de pathogénicité.
La capacité des organismes à différencier le soi du non-soi est à la base des réactions immunitaires de défense. Un antigène est une molécule identifiée comme du non-soi. Des marqueurs moléculaires membranaires spécifiques de chaque individu déterminent le soi.	Exploiter des ressources documentaires pour : - montrer que l'organisme différencie le soi du non-soi (rejets de greffes) ; - relier le complexe majeur d'histocompatibilité (CMH) à cette différenciation.
Lors d'une infection, la réponse immunitaire débute par une réaction inflammatoire qui recrute les phagocytes par chimiotactisme. La réaction de défense se termine le plus souvent par la phagocytose de l'agent infectieux.	Observer des préparations microscopiques (frottis) et utiliser des documents pour identifier les différentes populations leucocytaires (granulocytes, monocytes et lymphocytes). Exploiter des ressources documentaires pour : - associer les signes cliniques, dits locaux, à la réaction inflammatoire au niveau d'une plaie (rougeur, chaleur, douleur, œdème) ; - distinguer les principales étapes de la phagocytose.
La réponse immunitaire peut se poursuivre par une réaction acquise ou adaptative, spécifique de l'antigène présenté par une cellule appelée « cellule présentatrice de l'antigène », souvent un phagocyte. La réaction adaptative nécessite une action coopérative de plusieurs types de lymphocytes grâce à des contacts cellulaires et à des messagers , les interleukines. La réaction adaptative conduit à la différenciation de lymphocytes produisant des anticorps ou ayant une action cytotoxique .	Exploiter des ressources documentaires pour : - mettre en relation la réaction immunitaire adaptative avec les organes lymphoïdes secondaires où elle se déroule ; - relier les populations de lymphocytes à leur mode d'intervention : auxiliaire, médiation cellulaire, médiation humorale.
La synthèse d'anticorps spécifiques d'un antigène peut être déclenchée in vivo à des fins d' immunisation . Le principe de la vaccination repose sur : - la rapidité et l'amplitude de la production d'anticorps lors d'une réponse secondaire ; - l'utilisation d'un antigène dérivé d'un agent pathogène .	Exploiter une courbe de réponse immunitaire en fonction du temps, pour : - mettre en évidence les réponses primaires et secondaires à un antigène ; - mettre en évidence le rôle des lymphocytes mémoire. Exploiter des ressources documentaires pour prendre conscience des enjeux individuels, sociétaux et économiques de la vaccination.
Les anticorps peuvent être utilisés : - in vivo pour des applications thérapeutiques ; - in vitro pour des applications diagnostiques .	Exploiter des ressources documentaires pour : - caractériser la sérothérapie ; - identifier la molécule recherchée dans une méthode diagnostique : anticorps ou antigène.

Thème 4 - Les systèmes vivants contiennent, échangent et utilisent de l'information génétique

La variété phénotypique des systèmes vivants est déterminée à différentes échelles par la diversité des informations portées par l'ADN, par leurs transmissions lors des phases de réplication ou lors de la reproduction sexuée. Cette dernière permet le brassage génétique qui confère à chaque individu une identité propre.

4.2 Le phénotype d'un individu est lié à l'expression de son génotype

Connaissances	Capacités
<p>La transmission des caractères héréditaires lors de la reproduction sexuée chez les eucaryotes obéit à des lois statistiques.</p> <p>Le phénotype est constitué par les caractères visibles d'un individu.</p> <p>Le génotype est l'ensemble des allèles d'un individu.</p> <p>Chez les eucaryotes, un même gène présente différentes versions alléliques dues à des mutations.</p> <p>Dans un organisme diploïde, deux allèles d'un même gène coexistent pour un caractère.</p> <p>Entre deux allèles différents d'un même gène, il existe une relation de dominance : un allèle dominant et un allèle récessif ou deux allèles codominants.</p> <p>L'allèle dominant conditionne le phénotype pour un caractère héréditaire.</p> <p>Ce polyallélisme est à l'origine de la variété des phénotypes des individus d'une même espèce.</p> <p>Pour un caractère donné, la transmission héréditaire peut être interprétée à partir des génotypes parentaux.</p> <p>Le phénotype d'un individu résulte de l'expression de son génotype, mais aussi de l'influence de paramètres environnementaux.</p>	<p>Exploiter des ressources documentaires pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - mettre en évidence le polyallélisme d'un gène ; - relier le phénotype obtenu lors d'un croisement à la dominance ou la récessivité des allèles ; - construire un tableau de croisement pour un caractère héréditaire ; - analyser un arbre généalogique pour la transmission d'un caractère ; par exemple les groupes sanguins du système ABO ; - proposer une définition d'un gène ; - analyser l'influence de facteurs de l'environnement sur l'expression d'un caractère.

4.3 La séquence codante d'un gène permet l'expression d'un caractère via la synthèse d'une protéine

Connaissances	Capacités
<p>L'ADN contient des unités d'information appelées gènes.</p> <p>Le génome est l'ensemble du matériel génétique d'un organisme.</p> <p>La séquence d'ADN du brin codant d'un gène est transcrite en une séquence d'ARN : c'est la transcription.</p> <p>Dans le cas de l'ARN messager, la séquence codante est traduite en une séquence d'acides aminés selon le code génétique universel : c'est la traduction.</p> <p>Les gènes des eucaryotes sont morcelés : ils comportent des séquences non codantes, les introns, et des séquences codantes, les exons. Avant la traduction, les introns sont éliminés de la molécule d'ARN messager par épissage.</p> <p>Chez les eucaryotes, la transcription a lieu dans le noyau, la traduction a lieu dans le cytosol.</p> <p>Les séquences d'ADN codant pour des protéines ne constituent qu'une partie du génome.</p>	<p>Exploiter des ressources documentaires pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - comparer deux séquences nucléotidiques et déterminer un pourcentage ou score de similitude ; - mettre en évidence l'organisation morcelée d'un gène eucaryote par comparaison d'une séquence d'ADN et d'une séquence protéique ; - transcrire la séquence d'un oligonucléotide d'ADN en une séquence d'ARN ; - utiliser le code génétique pour traduire la séquence d'un oligonucléotide d'ARN messager en une séquence peptidique ; - construire un schéma simplifié : <ul style="list-style-type: none"> . localisant la transcription et la traduction dans la cellule, . de la phase d'élongation de la transcription, . de la phase d'élongation de la traduction.

4.4 L'information génétique est conservée par réplication de l'ADN

Connaissances	Capacités
<p>Le cycle cellulaire des cellules eucaryotes se déroule en plusieurs phases.</p> <p>L'ADN est répliqué au cours de la phase de synthèse.</p> <p>La cellule se divise au cours de la phase de mitose.</p>	<p>Exploiter des ressources documentaires pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - représenter le cycle cellulaire ; - analyser la courbe d'évolution de la quantité d'ADN par cellule durant le cycle.
<p>Pendant l'interphase, l'ADN eucaryote, porteur de l'information génétique, est associé à des protéines pour former la chromatine.</p> <p>La chromatine peut être diffuse ou dense ; elle atteint une compaction maximale au sein des chromosomes pendant la mitose.</p>	<p>Exploiter des ressources documentaires pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - réaliser un schéma simple d'un chromosome ; - analyser les résultats d'un caryotype humain.
<p>La réplication de l'ADN est semi-conservative chez les procaryotes comme chez les eucaryotes.</p>	<p>Exploiter des ressources documentaires pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - mettre en relation la structure double brin de la molécule d'ADN avec la réplication ; - analyser une expérience montrant le caractère semi-conservatif de la réplication.
<p>La mitose conduit à la formation de deux cellules-filles génétiquement identiques à la cellule-mère.</p> <p>Les quatre phases de la mitose sont identifiées par des événements structuraux caractéristiques.</p> <p>Les chromosomes comportent deux chromatides identiques qui se séparent au cours de la mitose ; l'information génétique de la cellule-mère est fidèlement transmise aux cellules-filles.</p>	<p>Exploiter des ressources documentaires et réaliser une préparation microscopique pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - identifier les quatre phases de la mitose ; - repérer les caractéristiques structurales essentielles des quatre phases de la mitose.

4.5 La reproduction sexuée permet la rencontre de deux informations génétiques

Connaissances	Capacités
<p>Les caractères phénotypiques parentaux sont transmis d'une génération à l'autre de façon variable.</p> <p>La méiose et la fécondation expliquent les lois statistiques de transmission des caractères.</p> <p>La méiose est constituée de deux divisions successives : la première réductionnelle et la seconde équationnelle.</p> <p>Au cours de la première division, les chromosomes homologues, réunis en tétrades, entrent en contact et peuvent alors échanger par enjambements ou crossing-over des segments homologues d'ADN.</p> <p>Au cours de la deuxième division, les chromatides recombinés se répartissent de façon aléatoire dans les gamètes ; ceci conduit à une ségrégation des allèles.</p> <p>La méiose conduit dans les gonades à l'élaboration des gamètes : ovules dans les ovaires et spermatozoïdes dans les testicules.</p> <p>La fécondation est la fusion de deux gamètes, ce qui participe au brassage génétique.</p>	<p>Exploiter des ressources documentaires, des modélisations pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - distinguer les cellules diploïdes et haploïdes ; - expliquer les brassages intra et inter chromosomiques à partir des comportements des chromosomes lors de la méiose ; - schématiser les étapes de la méiose pour une cellule initiale à au moins 3 paires de chromosomes homologues ; - légender sur un schéma les différents organes des appareils reproducteurs masculin et féminin ; - schématiser et localiser le déroulement de la fécondation.
<p>L'étiologie montre que certaines pathologies ont une origine génétique, c'est-à-dire allélique ou chromosomique.</p>	<p>Exploiter des ressources documentaires pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - caractériser une anomalie chromosomique de nombre ou de morphologie ; - établir une relation entre une maladie génétique, une forme allélique anormale et son expression.
<p>La procréation peut être assistée à différents stades de la reproduction sexuée.</p> <p>Réglementée, l'assistance à la procréation fait aussi l'objet de réflexions d'ordre éthique pouvant conduire à la limitation de son usage.</p>	<p>Exploiter des ressources documentaires pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - repérer les différents stades de la reproduction sexuée pouvant être médicalement assistés ; - argumenter sur la dimension éthique des techniques mises en œuvre et de l'assistance à la procréation.

4.6 L'ADN est un objet des biotechnologies

Connaissances	Capacités
<p>L'analyse de l'ADN permet d'identifier un individu et d'établir sa filiation.</p>	<p>Exploiter des ressources documentaires pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - déterminer le pourcentage de similitude entre deux individus ; - comparer des empreintes génétiques.
<p>Le patrimoine génétique d'un organisme peut être modifié afin de conférer à cet organisme de nouvelles potentialités.</p>	<p>Exploiter des ressources documentaires pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - identifier des domaines de production faisant intervenir des organismes génétiquement modifiés ; - identifier la potentialité recherchée par une modification génétique et les éventuels risques associés.
<p>Des recherches en thérapie génique explorent des pistes pour soigner les maladies génétiques.</p>	<p>Exploiter des ressources documentaires pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - expliquer la stratégie mise en œuvre dans une thérapie génique ; - distinguer, pour une thérapie génique donnée, ce qui est en cours de réalisation de ce qui est prospectif.

Thème 5 - Des systèmes vivants existent à grande échelle : écosystèmes et biosphère

Systèmes vivants de grande échelle, la biosphère et ses écosystèmes participent aux échanges de matière et d'énergie entre différentes enveloppes terrestres ; la biosphère contribue ainsi au recyclage de la matière et des éléments qui la constituent.

Les organismes vivants, quant à eux, peuvent être utilisés comme agents de dépollution ou d'élaboration d'espèces chimiques ; des procédés sont actuellement exploités à l'échelle industrielle et d'autres sont encore étudiées à l'état de prototype. Tous s'attachent à résoudre des problèmes sociétaux et environnementaux.

5.1 Les organismes vivants sont divers mais apparentés

Connaissances	Capacités
La biodiversité est le témoin d'une évolution toujours en cours. Les organismes vivants peuvent être positionnés sur un arbre phylogénétique .	Exploiter des ressources documentaires pour : - relier biodiversité et génomes ; - construire ou analyser des arbres phylogénétiques simples ; - relier ces arbres aux séquences d'ADN.

5.2 Le sol et l'agrosystème sont deux écosystèmes de surface

Connaissances	Capacités
Le sol est le produit des interactions entre biosphère, lithosphère et atmosphère. Le sol est un écosystème caractérisé par une faune et une flore singulières permettant un recyclage de la matière.	Exploiter des ressources documentaires, une activité expérimentale, une étude de terrain , pour : - identifier les constituants minéraux et organiques d'un sol ; - établir une relation entre les constituants d'un sol et l'origine de la formation de ce sol ; - mettre en évidence l'existence d'organismes et de microorganismes dans le sol et identifier leur importance dans la décomposition et la minéralisation de la matière organique du sol ; - construire un réseau trophique du sol ; - établir une relation entre ce réseau trophique et le cycle de la matière.
Un agrosystème est un écosystème maintenu artificiellement en déséquilibre par l'homme.	Exploiter des ressources documentaires, une étude de terrain pour : - établir le bilan des échanges de matière et d'énergie (entrées et sorties) d'un agrosystème ; - relier ce bilan à l'importance de l'activité humaine.

5.3 La biosphère est une interface entre différentes enveloppes terrestres

Connaissances	Capacités
En échangeant matière et énergie avec l'atmosphère, l'hydrosphère et la lithosphère, la biosphère participe aux cycles de divers éléments.	Exploiter des ressources documentaires pour : - relier la complémentarité des métabolismes (auto, hétérotrophie) et la cellulolyse au recyclage de l'élément carbone ; - relier la production de nitrites, de la fixation biologique du diazote au recyclage de l'élément azote ; - construire des cycles simples du carbone et de l'azote à l'échelle de la biosphère.

5.4 Les organismes vivants sont utilisés par l'Homme comme agents de dépollution et de production

Connaissances	Capacités
<p>L'Homme exploite les voies métaboliques particulières d'organismes vivants dans certains procédés industriels, comme par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"> - épuration des eaux usées ; - production de carburants ou d'autres molécules de synthèse ; - esters issus d'huiles végétales (Diester ou EMHV) ; - alcools issus de la fermentation de l'amidon ou autres glucides ; - lipides issus des algues ; - gazéification des déchets. 	<p>Exploiter des ressources documentaires, une activité expérimentale, une étude de terrain pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - dans les procédés épuration des eaux usées : <ul style="list-style-type: none"> . identifier les étapes mettant en œuvre des organismes vivants et préciser leur rôle ; - dans la production de carburants : <ul style="list-style-type: none"> . identifier les procédés mettant en œuvre des organismes vivants pour élaborer différents carburants ou molécules de synthèse, . analyser les critères de choix de production de carburants ou d'autres molécules, en termes environnemental et sociétal, . appréhender les aspects éthiques soulevés par l'utilisation de la biomasse pour produire les carburants.