Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
ET DE
L'ALIMENTATION

Annexe
Programme de biologie-écologie de première et de terminale générale

---

Préambule

Les objectifs de l'enseignement de biologie-écologie au lycée

Mise en œuvre du programme

Des approches et des outils didactiques à privilégier

Compétences travaillées

Thématiques étudiées

Des enjeux environnementaux contemporains

Des enjeux de santé contemporains

Programme de la classe de première

Programme de la classe de terminale

Préambule

Les objectifs de l'enseignement de biologie-écologie au lycée

Face à des questions majeures concernant les choix de santé publique, la lutte contre le changement climatique, le maintien de la biodiversité ou la préservation des ressources, la biologie-écologie doit, avec d'autres disciplines, participer à la compréhension de ces enjeux, montrer que le bon fonctionnement des systèmes vivants améliore les perspectives et interroger les responsabilités individuelle et collective vis-à-vis des générations futures.

Des objectifs généraux visant une formation scientifique solide et des poursuites d'études variées

- **Acquérir et consolider des connaissances sur l'organisation et le fonctionnement des systèmes vivants.**
- **Aborder des problématiques écologiques et biologiques avec des arguments scientifiques.**
- **Préparer aux études supérieures dans les domaines de la biologie, de l'écologie, de la santé, du sport.**

L'enseignement de biologie-écologie a pour objectifs de participer à la construction d'une culture scientifique solide, à la formation de l'esprit critique et à l'éducation citoyenne et de préparer aux études supérieures, notamment agronomiques et vétérinaires.

En classes de première et de terminale, l'enseignement de biologie-écologie permet de consolider des savoirs et des savoir-faire, mais aussi de développer les capacités et les attitudes définies dans le programme des sciences de la vie et de la terre de la voie générale, notamment dans la classe de seconde.
Pour atteindre ces objectifs, les programmes de première et de terminale s'articulent autour de thèmes reflétant des questionnements scientifiques et sociétaux actuels, notamment en matière d'agro-écologie, d'environnement et de santé, et en faisant référence à de larges secteurs d'activité professionnelle.

Mise en œuvre du programme

Le programme, bien que structuré par thèmes, n'impose pas une progression particulière. L'équipe pédagogique et l'enseignant de biologie-écologie conservent une part importante d'initiative dans l'ordre d'étude des thèmes et des notions, dans la mise en œuvre pédagogique et dans la recherche des liens, essentiels, avec les autres disciplines.

Des objectifs allant au-delà de la seule transmission de savoirs

Cet enseignement devra également contribuer à :

- Former l'esprit critique et éduquer à la citoyenneté en appréhendant les grands enjeux actuels (environnement, santé, alimentation…)
- Inclure des situations concrètes dans les apprentissages : sorties sur le terrain, travail en laboratoire, rencontres avec des acteurs. L'élève est ainsi associé à la construction du savoir.
- Faire en sorte que l'usage des TICE devienne routinier.
- Accompagner les élèves s'engageant dans un parcours scientifique dans leur orientation vers des études supérieures et dans la découverte de métiers auxquels elles conduisent notamment dans les domaines de l'agronomie, de l'écologie, de la santé humaine et animale, du sport.

Des approches et des outils didactiques à privilégier : démarche scientifique, observations sur le terrain, travaux pratiques de laboratoire, utilisation du numérique

La démarche scientifique, sans être une méthode exclusive, participe efficacement à rendre l'élève acteur de sa formation. Elle inclut l'observation de phénomènes perceptibles à différents niveaux d'organisation, le recueil et l'analyse de données, la quantification mais aussi la réalisation de manipulations, d'expérimentations ou de modélisations permettant d'éprouver des hypothèses explicatives.

Le recours aux outils et méthodes issus d'autres disciplines (notamment mathématiques) est intégré à l'enseignement ; un travail collaboratif autour des notions et du vocabulaire utilisés permet d'assurer la cohérence interdisciplinaire.

Les séances sur le terrain, en explorant les opportunités locales notamment l'exploitation agricole, et au laboratoire, organisées dans le respect des règles de sécurité, offrent des situations privilégiées pour aborder concrètement des points du programme et utiliser des outils et des méthodes spécifiques.

L'usage du numérique, sans être exclusif, contribue à l'acquisition des savoirs et des savoir-faire des élèves. Au-delà de l'expérimentation assistée par ordinateur ou de l'utilisation de logiciels permettant la simulation d'expériences, le recours à des outils numériques variés pour la scénarisation didactique ou pour les productions des élèves doit être encouragé.

L'usage d'internet pour la recherche d'informations, l'utilisation des espaces numériques de travail, la communication à travers les réseaux sociaux nécessitent un accompagnement des enseignants, notamment pour développer l'aptitude à trier et vérifier les informations, les sources et à exercer l'esprit critique. Ces situations permettent, au même titre que la discipline, de participer à l'éducation citoyenne.

Les travaux par groupes permettent aussi des logiques de coopération fructueuses, tant dans l'atteinte des objectifs de la discipline que dans la formation du citoyen ou la préparation aux études supérieures et à la vie professionnelle, en particulier dans le traitement de questions pluridisciplinaires.

Compétences travaillées

Compétences	Quelques exemples de capacités associées
Pratiquer des démarches scientifiques	• Problématiser une question scientifique • Mettre en œuvre une démarche scientifique pour étudier un problème : observer, mettre en questions, formuler une hypothèse, expérimenter, interpréter, quantifier, argumenter, modéliser, conclure • Développer une attitude scientifique rigoureuse : identifier causes et conséquences, prendre en compte la complexité de l'ensemble lors de l'étude d'un phénomène, identifier les éléments et principes fondamentaux, discuter de la significativité des résultats •

Concevoir, créer, réaliser	• Concevoir et mettre en œuvre un protocole • Utiliser les outils, les modèles et les notions adaptés au protocole retenu • Mobiliser les outils et méthodes issus d'autres disciplines (notamment mathématiques) • Utiliser des logiciels d'acquisition, de simulation et de traitement de données
Utiliser des outils et mobiliser des méthodes pour s'informer et apprendre	• Organiser son travail • Utiliser les outils appropriés pour garder trace de ses recherches, à l'oral et à l'écrit • Mobiliser des acquis • Recenser, extraire, organiser et exploiter des informations à partir de documents en citant ses sources, à des fins de connaissance et pas seulement d'information • Conduire une recherche d'informations sur internet en lien avec une question ou un problème scientifique, en choisissant des mots-clés pertinents, et en évaluant la fiabilité des sources et la validité des résultats • Distinguer ce qui relève d'une croyance ou d'une opinion et ce qui constitue un savoir scientifique • Coopérer et collaborer dans le cadre de démarches de projet
Communiquer	• Communiquer sur ses démarches, ses résultats et ses choix, en argumentant • Communiquer sous une forme appropriée : oral, écrit, graphique, numérique • Utiliser un langage linguistiquement et scientifiquement correct
Adopter un comportement éthique et responsable	• Fonder ses choix vis-à-vis de sa santé ou de l'environnement (biodiversité, ressources) en prenant en compte des arguments scientifiques (impact des activités humaines à différentes échelles), adopter un comportement responsable tant sur le plan individuel que sur le plan collectif • Participer à l'élaboration de règles de sécurité et les appliquer au laboratoire et sur le terrain

Thématiques étudiées

Thème 1 : Des enjeux environnementaux contemporains

Dans cette partie, l'élève appréhende les grands enjeux liés aux ressources, à la diversité du vivant, aux écosystèmes et au climat. Les débats sociétaux accompagnant la crise environnementale traversée doivent être regardés scientifiquement et connectés à la variété des attitudes possibles face à l'utilisation durable des ressources naturelles.

Thème 2 : Des enjeux de santé contemporains

Les notions développées dans cette partie permettent aux élèves de cerner des facteurs influençant la santé de l'individu : alimentation, environnement, activité physique, comportement à risque, patrimoine génétique. C'est aussi l'occasion d'aborder les enjeux de santé publique qui leur sont liés.

PROGRAMME DE LA CLASSE DE PREMIÈRE

Thème 1 : Des enjeux environnementaux contemporains

Ce thème a pour objectif d'apporter des éléments de savoir et de savoir-faire pour comprendre les enjeux liés aux ressources et à la biodiversité, pour agir de manière éclairée et responsable, et saisir le sens de l'agro-écologie, des mesures de protection et de conservation des espèces et des milieux. La transformation des écosystèmes, notamment celle liée aux activités humaines et au changement climatique affecte la qualité et la disponibilité des ressources. La biodiversité a subi plusieurs crises dans le passé, mais celle que l'on observe actuellement est particulièrement rapide et compromet la réalisation de processus écologiques indispensables au maintien de la vie sur terre.
L'étude de la structure et du fonctionnement des écosystèmes exige des séances concrètes et pratiques sur le terrain, à partir d'un ou plusieurs milieux selon les opportunités locales. Le travail sur le terrain vise à identifier les relations que l'individu entretient avec son milieu : il prélève les éléments nécessaires à sa nutrition, se protège, se reproduit, entre en relation avec des individus de sa propre espèce et ceux d'autres espèces, et participe à des processus écologiques. Un travail d'analyse à partir des investigations et des collectes de terrain devra ensuite être mené au laboratoire.

- **Transformation des habitats et accès aux ressources**

Objectif

Les élèves comprennent comment les organismes en interaction, acquièrent et utilisent les ressources nécessaires à la nutrition et la reproduction. Ils apprennent que certains caractères biologiques constituent des adaptations optimisant ces deux fonctions vitales. Ils appréhendent ainsi l'impact potentiel de la modification des habitats sur les individus et leurs interactions.

L'acquisition de la ressource

Le métabolisme photosynthétique

Connaissances

Le métabolisme photosynthétique (autotrophie) permet aux végétaux chlorophylliens (producteurs) de produire leur matière organique (biomasse). La nutrition carbonée est étudiée chez les plantes en C3 et à toutes les échelles : de l'organisme à la molécule. Des échanges ont lieu au niveau de la plante (eau, dioxyde de carbone, dioxygène) et la circulation assure la distribution des nutriments et des assimilats. L'énergie lumineuse absorbée par les pigments photosynthétiques est convertie en énergie chimique au cours de la phase photochimique. Cette énergie (dont les vecteurs sont l'ATP et les transporteurs réduits) est utilisée pour réduire le dioxyde de carbone lors de la phase d'assimilation et produire des molécules carbonées. Les vecteurs énergétiques assurent un couplage entre ces deux phases. La coexistence de pigments photosynthétiques variés peut répondre à une problématique écologique (répartition des végétaux). La photosynthèse dépend de facteurs abiotiques (eau, lumière, température, CO_2...).

Notions fondamentales : Structures et mécanismes de la photosynthèse (chloroplaste, pigments, photosynthèse, phase photochimique, phase d'assimilation, absorption, circulation, mise en réserve, autotrophie).

Capacités

- Mettre en évidence les structures permettant les échanges (poils absorbants d'une plantule, mycorhizes d'une plante adulte, tige, feuille, ...).
- Réaliser, interpréter des expériences mettant en évidence l'absorption et la circulation.
- Réaliser une chromatographie des pigments photosynthétiques.
- Montrer la synthèse de l'amidon par les feuilles.
- Expliquer, schématiser les mécanismes de la nutrition carbonée à différentes échelles.
- Mettre en évidence la notion de facteurs limitants et leurs effets.
- Expliquer les conséquences possibles du changement climatique sur la photosynthèse et la production de biomasse végétale.

Précisions : En prenant en compte les acquis de la classe de seconde et des enseignements scientifiques du tronc commun de la classe de première, les aspects cellulaires et moléculaires de la nutrition carbonée des végétaux sont abordés. La circulation n'est évoquée que pour la mise en relation entre les organes, le détail des tissus et des mécanismes n'est pas attendu. Pour les mécanismes de la photosynthèse, la connaissance exhaustive des molécules impliquées n'est pas l'objectif, se limiter aux molécules permettant de comprendre le principe des phases photochimique et d'assimilation.

Les relations trophiques

Connaissances

L'acquisition des ressources se fait par une diversité de relations trophiques. Les structures mises en jeu sont le fruit d'une coévolution. Les relations trophiques peuvent évoluer avec la variation de la disponibilité des ressources.

Notions fondamentales : Phytophagie et adaptations morpho-anatomiques, prédation et changement de proies, parasitisme, mutualisme symbiotique et asymbiotique, continuum parasitisme-symbiose, couplages au sein des interactions durables, compétition.

Capacités

- S'appuyer sur des observations montrant l'adaptation des structures impliquées dans le prélèvement de la ressource (pièces buccales, dentures, mycorhizes, nodosités...).
- Montrer que les symbioses sont le siège de couplages de transferts de matières permettant l'optimisation de l'utilisation de la ressource disponible (par exemple, vache et flore de la panse, fabacée et rhizobium).
- Montrer la plasticité des relations trophiques (exemple de la nature de la relation fabacée-rhizobium selon la teneur en azote du sol).

Précisions : Les ressources sont ici prises au sens large et englobent notamment les ressources trophiques, spatiales et celles permettant la reproduction.

L'utilisation des ressources par les consommateurs

Connaissances

Les consommateurs (hétérotrophes) produisent leur biomasse à partir de matière organique. Le transfert de la matière d'un organisme à un autre donne lieu à des pertes. L'évaluation de ces pertes est mise en évidence par les calculs des rendements énergétiques. Le transfert de matière peut s'accompagner d'une concentration de substances non éliminées par les organismes, c'est la bioaccumulation.

Notions fondamentales : Rendement écologique de croissance, rendement de production, rendement d'assimilation, rendement d'exploitation, bioaccumulation.

Capacités

- Savoir interpréter les différences de rendements en les mettant en relation avec les caractéristiques biologiques (régime alimentaire, métabolisme, régulation thermique...).
- S'appuyer sur un exemple concret pour expliquer la notion de bioaccumulation.

Précisions : L'intérêt d'utiliser les rendements réside principalement dans des comparaisons : entre animaux d'élevage ou sauvages, entre caractéristiques biologiques différentes...

La diversité des modes de reproduction en relation avec le milieu

Connaissances

Les êtres vivants se reproduisent selon deux modes généraux, la voie sexuée et la voie asexuée.
Contrairement à la multiplication asexuée, la reproduction sexuée fait intervenir la production de cellules reproductrices par des individus différents (gamétogenèse) et leur fusion lors de la fécondation.
Chez certaines espèces, un individu peut se développer à partir d'un gamète femelle non fécondé : c'est la parthénogenèse.
La fréquence relative des évènements de reproduction sexuée et asexuée varie selon les espèces ; on observe ainsi un continuum entre reproduction sexuée exclusive et reproduction asexuée exclusive.
Ce continuum ainsi que les diverses modalités de rapprochement des gamètes sont en lien avec les conditions du milieu de vie.

Notions fondamentales : Multiplication végétative, parthénogénèse, gamétogénèse et fécondation, double fécondation, cellule œuf, zygote principal, zygote accessoire.

Capacités

- Mettre en évidence la structure d'une fleur et le rôle des pièces florales à partir de dissection.
- Décrire la gamétogénèse à partir de l'observation de coupes.
- Mettre en évidence les structures des fruits et leurs rôles dans la reproduction.
- Mettre en lien l'alternance de la multiplication sexuée et asexuée avec la modification des conditions environnementales.
- Relier certaines modalités de la reproduction sexuée (oviparité/viviparité, fécondation externe/interne, reproduction des plantes à fleurs) aux pressions exercées par les milieux.

Précisions : Les multiplications asexuée et sexuée sont étudiées chez les angiospermes et les mammifères. Un exemple de parthénogénèse est décrit. Chez l'angiosperme, la gamétogenèse est seulement localisée, les développements de la graine et du fruit sont abordés pour illustrer la dissémination. Chez le mammifère, la gamétogenèse est détaillée, la fécondation est définie et située dans l'histoire de vie. La gestation et le développement embryonnaire sont mentionnés.
S'appuyer sur le programme de SVT de seconde dans lequel ont été abordés l'organisation et le fonctionnement des organes génitaux chez l'homme et chez la femme.

Les traits d'histoire de vie, des caractères biologiques liés à la reproduction et à la survie des individus

Connaissances

Les traits d'histoire de vie sont les caractères associés aux taux de reproduction, à l'âge à la première reproduction et à l'espérance de vie. L'histoire de vie d'un individu connait toujours les mêmes phases de la cellule œuf à la mort : juvénile (dont embryonnaire), adulte (capacité à se reproduire) et sénescence.
La valeur des traits est influencée par la disponibilité de la ressource.

Notions fondamentales : Traits d'histoire de vie, réponses adaptatives, épisodes de reproduction, nombre et taille-masse des descendants.

Capacités

- Représenter des histoires de vie sous forme linéaire à partir de données sur les phases de la vie.
- Comparer des histoires de vie entre individus ou entre espèces.
- Montrer que l'efficacité des régulations de bio agresseurs par des espèces auxiliaires, préconisées notamment en agro-écologie, est liée à la connaissance précise de leurs histoires de vie respectives.
- Mettre en évidence les conséquences des variations des ressources dans le temps et dans l'espace sur les valeurs des traits.
- Relier les conséquences mesurées du changement climatique et les traits d'histoire de vie des espèces.

Précisions : La représentation des histoires de vie sous forme linéaire (et non cyclique) traduit mieux la réalité et permet de faire des comparaisons.

La répartition de la ressource énergétique entre survie et reproduction : les allocations énergétiques

Connaissances

Pour un individu, l'allocation d'énergie (répartition de la ressource énergétique) pour faire face à « différents postes » consommateurs de l'organisme implique un compromis.
Au-delà d'un coût énergétique incompressible lié à son fonctionnement de base, différents postes sont consommateurs d'énergie : appropriation de la ressource, croissance et renouvellement cellulaire, reproduction ...
Notions fondamentales : Besoins énergétiques, postes de dépenses énergétiques, compromis entre croissance et reproduction.

Capacités

- Comparer des mesures de taille ou de masse sur des individus, de même espèce ou d'espèces différentes et les relier à des dépenses énergétiques.
- Mettre en évidence l'influence des facteurs du milieu (facteurs abiotiques et biotiques = ressources) sur la variation de la dépense.

Précisions : S'appuyer sur des exemples variés (animal, végétal) qui permettent de montrer le caractère universel des notions d'allocation et de compromis énergétiques.

La niche écologique

Connaissances

Elle traduit les exigences d'une espèce soumise à des contraintes écologiques (facteurs abiotiques, relations interspécifiques).

Notions fondamentales : Dimensions trophique, spatiale, temporelle de la niche, niche potentielle et niche réalisée, recouvrement (ou chevauchement) de niches, écophases, principe d'exclusion compétitive.

Capacités

- Caractériser les dimensions de la niche.
- Analyser des situations mettant en évidence les notions de niche écologique potentielle et de niche réalisée.

- **L'érosion de la biodiversité**

Objectif

En s'appuyant sur l'étude du système populationnel, l'objectif est ici d'identifier les facteurs influant sur la distribution et la structuration des communautés d'êtres vivants. L'objet « écosystème » sera ainsi défini comme un système biologique émergeant de l'interaction entre les communautés d'une biocénose et un biotope. Les conséquences des activités humaines influant sur ces interactions seront envisagées.

L'inventaire de la biodiversité et la structure des communautés

Connaissances

La population est un ensemble d'individus de la même espèce vivant au sein d'une zone géographique donnée à un moment précis. Un inventaire des populations implique l'identification de l'espèce concernée, sa description, l'estimation de son abondance.
L'évolution des techniques permet des identifications d'espèces difficiles à réaliser (ADN environnemental en milieu aquatique par exemple).
Trois filtres environnementaux successifs expliquent la répartition, l'abondance des populations.
La présence d'une population peut d'abord s'expliquer par sa capacité à se déplacer (mobilité, dissémination) lui permettant de franchir un premier filtre dit de dispersion.
Le biotope (ensemble des paramètres physico-chimiques) puis les relations interspécifiques constituent deux autres filtres sélectifs conduisant ou non à l'installation des individus.
Les contraintes sélectives exercées successivement par ces trois filtres déterminent l'assemblage des populations en communautés.
La biocénose est constituée par l'ensemble des êtres vivants s'assemblant en populations, communautés (ou peuplements) en interaction.
La biocénose et le biotope, en interaction dynamique, constituent l'écosystème.

Notions fondamentales : Population, paramètres descripteurs d'une population, hétérogénéité, répartition, variations d'abondance, filtres environnementaux et assemblage des communautés, l'écosystème comme système émergent de l'interaction biotope – biocénose, activités humaines à différentes échelles et conséquences des modifications des filtres sur la biodiversité spécifique.

Capacités

- Utiliser, à partir d'observations sur le terrain,
    * des méthodes d'identification directes des espèces (clés de détermination, guides de reconnaissance) ou indirectes (relevés d'indices de présence),
    * des méthodes d'estimation de l'abondance (piégeage, relevés de végétation), de la répartition.
- Mettre en relation des éléments du biotope avec la répartition de populations, dans des espaces naturels et cultivés (notion de bio indicateurs).
- Mettre en évidence l'importance des relations interspécifiques dans l'installation des espèces à partir d'observations sur le terrain, d'analyses de documents.

Exemples : mycorhizes et colonisation des sols calcaires, présence d'insectes pollinisateurs potentiels, pression de prédation …

- Mettre en évidence la relation entre l'hétérogénéité des milieux (en s'appuyant sur la notion de gradient exemple : gradient de topographie, de température, de pression d'herbivorie …) et la répartition et l'abondance des espèces à partir d'observations sur le terrain, d'analyses de documents.
- Expliquer en quoi les communautés d'êtres vivants rétroagissent sur les filtres environnementaux qui les sélectionnent.

(Action des lombrics sur les paramètres physico-chimiques des sols, modification de la disponibilité en énergie lumineuse au sol due à l'interception par la canopée…)

- Identifier et analyser des situations dans lesquelles les activités humaines influencent la structure des communautés en modifiant un ou plusieurs des filtres environnementaux (recalibrage des cours d'eau, effet des pesticides, du pâturage…)
- Relier les conséquences mesurées du changement climatique à la modification des filtres environnementaux.

Précisions : S'appuyer sur la connaissance des relations interspécifiques pour aborder la notion de filtre biotique. Intégrer les activités humaines comme étant des boucles de rétroaction d'une espèce sur les différents filtres.

Thème 2 : Des enjeux de santé contemporains

Ce thème a pour objectif d'apporter des éléments de savoir et de savoir-faire pour comprendre des enjeux autour de la santé, faire des choix éclairés et responsables aussi bien sur le plan de la santé individuelle que collective.
L'environnement, l'alimentation, l'activité physique, les comportements à risques, sont des facteurs influant sur notre santé. Notre génome, marqué par son histoire évolutive, nous prédispose à certaines maladies contemporaines comme le diabète. Par ailleurs, il demeure altérable et est donc aussi un facteur de santé.
Ce thème se veut en accord avec les politiques éducatives de santé en milieu scolaire. Elles ont pour objectif que chacun puisse agir sur les déterminants de santé, notamment vis-à-vis de l'alimentation, de l'environnement, de l'activité physique, des conduites addictives, et puisse obtenir un cadre de vie favorable à la santé, éventuellement en modifiant ou en étant accompagné pour modifier son comportement.

• Alimentation, microbiote et santé

Objectif

Les élèves comprennent qu'une alimentation équilibrée et respectueuse de l'environnement permet de répondre aux besoins de l'organisme et de se maintenir en bonne santé. Certaines pathologies peuvent être favorisées par de mauvaises habitudes alimentaires et/ou des prédispositions génétiques.

L'équilibre alimentaire

Connaissances

Les apports alimentaires discontinus couvrent des besoins permanents de l'organisme en matière, liés à la croissance (augmentation de taille et de masse) et au renouvellement cellulaire et en énergie, comme ceux liés au métabolisme de base, ou spécifiques comme ceux liés à l'activité physique, à la gestation ou à la lactation.
Les aliments sont constitués de glucides, lipides, protides, eau, sels minéraux, vitamines.
Le programme national nutrition-santé (PNNS) émanant de Santé Publique France classe les aliments en groupes d'intérêt nutritionnel et formule des recommandations de consommation pour chacun d'eux.
Nos choix alimentaires influent sur les systèmes de production et donc sur l'environnement.
La mise en relation de la production alimentaire et de la consommation humaine permet d'appréhender le gaspillage alimentaire et ses conséquences, notamment sur le plan écologique.

Notions fondamentales : Groupes d'aliments, glucides, lipides, protides, vitamines, sels minéraux, eau, besoins énergétiques, besoin de matières, métabolisme.

Capacités

- Mettre en évidence la composition chimique d'un aliment.
- Utiliser la diversité alimentaire (emballages, tableau de composition des aliments) pour construire une classification des grands groupes d'aliments.
- Quantifier les besoins énergétiques liés au métabolisme.
- Qualifier et quantifier les pertes sur l'ensemble des étapes de la production à la consommation d'un aliment (exemple du pain de la cantine).
- Expliquer les conséquences écologiques sur les ressources (biodiversité, eau, énergie, ...).
- Identifier des initiatives et des pistes de réduction des gaspillages alimentaires.

La digestion et l'assimilation

Connaissances

Dans l'appareil digestif, les aliments sont transformés en nutriments par des processus mécaniques et chimiques, en particulier par l'action d'enzymes. La réduction de taille et la simplification moléculaire subies permettent l'absorption des nutriments par l'intestin vers les voies sanguines et lymphatiques. Le microbiote participe également à la digestion (lien avec le programme de seconde). Les nutriments sont directement utilisés ou bien stockés (foie, muscles, adipocytes, os).

Notions fondamentales : Appareil digestif, simplification enzymatique, absorption intestinale, utilisation ou mise en réserve des nutriments.

Capacités

- Réaliser une dissection ou utiliser un modèle anatomique pour repérer les organes de l'appareil digestif.
- Observer des coupes histologiques pour mettre en relation la structure et la fonction des organes de la digestion.
- Réaliser une expérience de digestion in vitro pour mettre en évidence la simplification des aliments en nutriments et les caractéristiques de fonctionnement d'une enzyme (spécificité d'action, conditions d'action).
- Étudier les relations enzyme-substrat au niveau du site actif par un logiciel de modélisation moléculaire.

Précisions : Les voies de l'absorption des nutriments sont mentionnées, mais les mécanismes ne sont pas développés.

Les déséquilibres et les pathologies : malnutrition, diabète

La malnutrition et ses conséquences

Connaissances

La composition et la fréquence des repas conditionnent l'équilibre ou les déséquilibres alimentaires. Les recommandations récentes du PNNS relatives aux apports caloriques, à la consommation de viande, aux types de matières grasses, au rapport acides gras oméga-3/oméga-6, aux acides gras trans, à la présence de fruits et légumes, de fibres, de vitamines, de minéraux, à l'index glycémique...permettent d'évaluer la qualité des repas.
Des pathologies alimentaires (surcharge pondérale, obésité, maladies cardiovasculaires, carences ...) sont favorisées par des mauvaises habitudes mais aussi par des prédispositions génétiques.

Notions fondamentales : Equilibre et déséquilibres alimentaires, rations et besoins, valeur nutritionnelle des aliments, excès alimentaires, carences alimentaires, conduites alimentaires à risques.

Capacités

- Analyser des étiquettes de produits alimentaires.
- Se servir des tables de composition d'aliments, de logiciels de calcul de ration alimentaire.
- Examiner et/ou élaborer des menus et en faire une analyse critique.
- Calculer un Indice de Masse Corporelle et évaluer les risques de surpoids.
- Mobiliser des arguments scientifiques pour débattre à partir d'informations commerciales sur les produits alimentaires, à partir de résultats de recherche sur les liens santé-alimentation, environnement-alimentation...
- Lier excès et carence alimentaires avec les différents systèmes alimentaires dans le monde.

Précisions : Dans une démarche d'éducation à la santé, il s'agit de confronter les élèves aux décalages entre leurs habitudes alimentaires et les recommandations nutritionnelles, et de mettre en évidence que les comportements alimentaires sont souvent ancrés à des représentations de tous ordres d'où des remises en cause difficiles. Montrer que l'alimentation est un facteur de santé et intègre d'autres composantes liées au plaisir, à l'identité culturelle et à l'image de soi. Les conduites alimentaires à risque, anorexie, boulimie et consommation excessive d'alcool peuvent être abordées sous les angles de santé individuelle et de santé publique.

Les diabètes, un dysfonctionnement de la régulation de la glycémie

Connaissances

Des mécanismes faisant intervenir des hormones pancréatiques, l'insuline et le glucagon, régulent la glycémie dans le sang. Des dysfonctionnements d'origine alimentaire, mais aussi d'origine génétique, peuvent conduire au diabète dont un des symptômes est une glycémie élevée. Non traité, les conséquences peuvent être graves.
L'insulinothérapie est un traitement du diabète par injection d'insuline.
La production d'insuline constitue un support concret d'étude des biotechnologies.

Notions fondamentales : Variations de la glycémie, structures et hormones intervenant dans la régulation de la glycémie, mécanismes de stockage/déstockage du glucose.

Capacités

- Décrire les symptômes des diabètes et identifier leurs origines.
- Observer et interpréter des coupes histologiques de pancréas, des photographies d'îlots pancréatiques atteints de diabète de type 1.
- Analyser des situations expérimentales liées au système de régulation de la glycémie.
- Expliquer les mécanismes de régulation de la glycémie.
- Élaborer un schéma fonctionnel de la régulation hormonale de la glycémie : hormones, système réglant, système réglé, point de consigne, correction de la perturbation initiale.

Précisions : La régulation hypothalamo-hypophysaire de la glycémie n'est pas abordée en classe de première. Établir les liens avec le génie génétique (insulinothérapie) et les maladies auto-immunes (diabète type 1).

- **Activité physique et santé**

Objectif

Les élèves apprennent le fonctionnement de l'appareil locomoteur et les conditions d'une pratique raisonnée d'une activité physique.

L'appareil locomoteur, les troubles et accidents musculo-squelettiques, le dopage

Connaissances

L'appareil locomoteur est constitué d'un squelette mis en mouvement par des muscles.
Notre appareil locomoteur est le produit d'une évolution ayant favorisé la course et l'endurance. La sédentarité a des conséquences néfastes sur notre santé alors que la pratique régulière d'une activité physique favorise le maintien en bonne santé et permet de limiter les risques d'apparition de certaines maladies (cardio-vasculaires).
Des pratiques inadaptées ou dangereuses peuvent provoquer des accidents au niveau des os, des tendons, des articulations, ou des muscles.

L'utilisation de produits pour améliorer les performances physiques ou intellectuelles, ou pour modifier l'apparence physique (perte de poids ou augmentation de la masse musculaire) est susceptible de provoquer des troubles physiques et comportementaux et d'altérer la santé.

Notions fondamentales : Organisation des muscles, os et articulations, risques associés à des activités physiques, effets du dopage.

Capacités

- Utiliser des maquettes, logiciels ou réaliser une dissection d'un membre de vertébré pour comprendre l'organisation et le fonctionnement du système os/articulations/muscles.
- Mettre en évidence les bienfaits d'une activité physique régulière par l'analyse d'études épidémiologiques.
- Identifier des caractéristiques des os et de muscles (organisation des tissus, potentialité régénérative) à partir de l'observation de coupes histologiques.
- Analyser et interpréter des informations liées à divers traumatismes de l'appareil locomoteur (imageries médicales...).
- Exploiter diverses informations pour :
    - expliquer la différence entre l'usage thérapeutique d'une molécule et l'usage détourné qui peut en être fait ;
    - expliquer 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.

Précisions : La connaissance des différents groupes musculaires n'est pas attendue.

Le métabolisme de la cellule musculaire striée squelettique

Connaissances

Les déplacements relatifs de deux protéines présentes dans les cellules musculaires, l'actine et la myosine, sont responsables de la contraction musculaire et donc de la production de mouvement. Cette activité s'accompagne d'une consommation importante d'ATP.
Dans la cellule musculaire la production d'ATP est possible par respiration cellulaire ou par fermentation lactique.
Toutes les autres cellules animales ou végétales produisent de l'ATP par respiration et/ou par fermentation.
La structure et le métabolisme de la cellule musculaire sont particulièrement adaptés à la production d'ATP, à la mise en réserve de métabolites et peuvent être modifiés par l'entraînement.
D'autres processus consommateurs d'ATP sont étudiés dans d'autres parties du programme : synthèse des protéines (enzymes, hormones), stockage d'amidon dans les organes de réserves des végétaux ou de glycogène dans le foie et les muscles.
Le devenir des molécules de glucose dans le muscle (stockage sous forme de glycogène/déstockage et dégradation au cours de la glycolyse) dépend de son activité.

Notions fondamentales : ATP, glycolyse, transporteurs d'électrons et d'hydrogènes, mitochondrie, ATP synthase, respiration cellulaire, fermentations, réponses des cellules musculaires striées squelettiques aux variations de leur activité.

Capacités

- Identifier à partir de l'étude d'électronographies la structure du sarcomère (on se limitera à présenter l'organisation des filaments d'actine et de myosine), schématiser et expliquer la contraction musculaire.
- Montrer que l'énergie chimique potentielle contenue dans les nutriments peut être convertie en ATP, une forme utilisable par les cellules.

- Établir la comparaison entre respiration et fermentation en termes de bilan énergétique.
- Identifier à partir de différentes données (électronographies, composition chimique, ...) les effets d'une activité physique régulière sur la structure et le fonctionnement des cellules musculaires striées squelettiques.
- Identifier l'existence de carrefours métaboliques à partir de l'étude de documents présentant d'autres voies métaboliques utilisant les nutriments.

Précisions : Les métabolites intermédiaires ne sont pas à connaître, se limiter à la présentation des conséquences de l'oxydation du glucose en pyruvate, et du pyruvate en CO_2.

- **Génétique, environnement et santé**

Objectif

Les élèves apprennent comment les caractères héréditaires sont transmis lors de la reproduction sexuée, d'une génération à l'autre et comment ils se mettent en place. Les mécanismes de transcription et de traduction de l'information génétique sont explicités jusqu'à leur aboutissement : la synthèse de molécules d'ARN et de protéines fonctionnelles qui sont à la base du phénotype. Le génie génétique, par différentes techniques, permet l'acquisition rapide d'un nouveau caractère.

Les maladies monogéniques et la transmission des phénotypes (caractères)

Connaissances

La transmission des caractères est étudiée à partir d'un exemple de maladie monogénique et d'un arbre généalogique.
La méiose conduit à des brassages de l'information génétique (mise en évidence par Morgan).

Le phénotype est le résultat d'interactions entre le génotype, l'organisme et l'environnement

Connaissances

L'expression de l'information génétique chez les eucaryotes repose sur les étapes de transcription, maturation post transcriptionnelle, et traduction.
Les protéines ne sont fonctionnelles que lorsqu'elles ont acquis leur structure tridimensionnelle. Elles peuvent être utilisées dans la cellule ou exportées.
Les fonctions des protéines expliquent la réalisation des phénotypes.
L'expression des gènes est sous le contrôle de facteurs intracellulaires (facteurs de transcription) et extracellulaires (hormones, stimuli environnementaux, perturbateurs endocriniens).
Différents contrôles s'exercent :
- contrôle transcriptionnel : mécanismes épigénétiques, activation ou répression
- contrôle post transcriptionnel (épissage alternatif).
La plasticité phénotypique est due à la variabilité induite par l'environnement lors de l'expression du génotype.

Notions fondamentales : Gène, allèles, brassages génétiques, recombinaisons, transcription, traduction, pré-ARNm, ARNm, codon, ribosomes, génotype, phénotype, facteurs de transcription.

Capacités

- Expliquer des faits ou des résultats expérimentaux de croisements en mobilisant les lois de transmission des caractères héréditaires par les recombinaisons à l'œuvre lors de la reproduction sexuée.
- Mettre en relation les phénotypes avec les protéines produites à partir de l'information génétique d'individus.
-Détailler les étapes de la synthèse des protéines.

- Montrer, à partir de résultats de travaux, que certains mécanismes de contrôle de l'expression génétique sont influencés par des facteurs de l'environnement.

Précisions : Le fuseau mitotique est mentionné mais une étude approfondie n'est pas attendue. L'étude exhaustive des anomalies caryotypiques (aneuploïdies) n'est pas attendue. Les nombreuses catégories d'ARN, les processus moléculaires de transcription et de traduction (avec les ARNt et ARNr) sont hors programme.

Le génie génétique

Connaissances

La transgénèse est une biotechnologie qui consiste à transférer un gène d'intérêt d'une espèce à une autre dans le but de lui attribuer une propriété supplémentaire.
D'autres techniques permettent de modifier le génome : édition du génome (CRISPR-Cas9).

Notions fondamentales : Étapes de la transgénèse, OGM.

Capacités

- Présenter le principe de la transgénèse en s'appuyant sur un exemple (le maïs Bt, le maïs résistant au glyphosate, le riz doré ou tous autres exemples).
- Discuter des enjeux et des conséquences économiques, sanitaires et environnementales de ces cultures génétiquement modifiées.
- Mentionner de façon simple quelques applications de la transgénèse dans d'autres domaines : création d'animaux modèles pour des études biomédicales, productions de protéines recombinantes d'intérêt pharmaceutique (exemple de l'insuline).

Précisions : La connaissance de la diversité des techniques de transgénèse n'est pas attendue. Les conséquences environnementales de l'utilisation des plantes génétiquement modifiées sont seulement évoquées mais seront approfondies en classe de terminale.

PROGRAMME DE LA CLASSE DE TERMINALE

Thème 1 : Des enjeux environnementaux contemporains

Ce thème a pour objectif d'apporter des éléments de savoir et de savoir-faire pour comprendre les enjeux liés aux ressources et à la biodiversité, pour agir de manière éclairée et responsable, et saisir le sens de l'agro-écologie, des mesures de protection et de conservation des espèces et des milieux. La transformation des écosystèmes, notamment celle liée aux activités humaines et au changement climatique affecte la qualité et la disponibilité des ressources. La biodiversité a subi plusieurs crises dans le passé, mais celle que l'on observe actuellement est particulièrement rapide et compromet la réalisation de processus écologiques indispensables au maintien de la vie sur Terre.

- **Transformation des habitats et accès aux ressources**

Les élèves apprennent comment décrire la structure d'une population et la variation de ses effectifs. Ils comprennent que la qualité des habitats est un facteur essentiel de la dynamique des populations, et que toute modification de ces habitats a des répercussions démographiques sur les populations, pouvant ainsi influencer leur viabilité.

La variation des effectifs des populations

Connaissances

La structure d'une population peut être caractérisée par des descripteurs : densité, type de distribution spatiale, sex-ratio, pyramide des âges, courbe de survie. Ces paramètres peuvent varier dans le temps et dans l'espace.
Les variations d'effectifs d'une population dépendent de paramètres démographiques : taux de natalité, de mortalité, d'immigration, d'émigration.
L'évolution des effectifs d'une population peut être modélisée par la courbe de croissance.
Le modèle exponentiel de la courbe de croissance décrit une situation théorique, ne prenant pas en compte la variation du taux d'accroissement (r), ou une phase transitoire.
En effet, des facteurs biotiques dépendants de la densité (compétition, prédation, parasitisme) et des facteurs abiotiques indépendants de la densité (facteurs climatiques, évènements de type catastrophe) affectent le taux d'accroissement.
Ainsi, la courbe de croissance logistique est un modèle prenant en compte la densité dépendance et la capacité d'accueil du milieu (K).
Les facteurs biotiques et abiotiques exercent une pression de sélection sur les traits d'histoire de vie.
En fonction du degré de stabilité de ces facteurs, deux types de sélections s'opposent :

- sélection r : dans les environnements imprévisibles, les traits sélectionnés seraient ceux qui augmentent le taux d'accroissement
- sélection K : dans les environnements stables, les traits sélectionnés seraient ceux qui augmentent la compétitivité et l'efficacité d'utilisation des ressources.

Entre ces deux extrêmes théoriques existent tous les intermédiaires.

Notions fondamentales : structure et effectifs d'une population, facteurs de variations, taux d'accroissement, capacité d'accueil.

Capacités

- Mettre en œuvre des méthodes d'estimation de l'abondance et de la distribution spatiale des individus d'une population.
- Montrer que les activités humaines peuvent modifier la structure des populations (prélèvements, perturbateurs endocriniens ...)
- Réaliser une chromatographie des pigments photosynthétiques.
- Décrire les variations d'effectifs de populations en utilisant les descripteurs usuels.
- Construire des courbes de croissance exponentielle et logistique à partir d'exemples concrets chiffrés, afin de mieux appréhender ces modélisations.
- Montrer en quoi certains facteurs, biotiques ou abiotiques, anthropiques ou non, agissent soit sur le taux de natalité, soit sur le taux de mortalité, soit sur les deux et influencent ainsi la dynamique d'une population (exemples : variation d'effectifs d'une espèce invasive, d'une population gérée par l'homme...).

Précisions : Les équations mathématiques des modélisations ne sont pas au programme.
Mobiliser les acquis de première relatifs aux propriétés des individus et les observations réalisées sur le terrain pour décrire les différentes caractéristiques des populations.

- **L'érosion de la biodiversité**

Objectif

Montrer que le fonctionnement des écosystèmes, entités émergeant d'interactions dynamiques, repose sur la diversité biologique. Envisager la biodiversité actuelle comme résultat temporaire de l'évolution passée et aussi comme unique potentiel disponible pour l'évolution à venir. Comprendre alors que le processus d'érosion auquel est soumise cette biodiversité compromet à court et moyen termes la bonne réalisation des processus écologiques comme le cycle de la matière, et à long terme la capacité du vivant à résister aux perturbations et à évoluer.

La biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes

Connaissances

L'écosystème est défini comme une unité de structure et de fonctionnement.
La biocénose d'un écosystème est constituée par l'ensemble des êtres vivants s'assemblant en populations d'espèces différentes, communautés (ou peuplements) en interaction.
La biocénose et le biotope, en interaction dynamique, constituent l'écosystème.
Le fonctionnement des écosystèmes repose sur la biodiversité (spécifique et génétique), c'est à dire sur les organismes en interaction qui la composent.
Les écosystèmes sont des entités emboîtées, en mosaïque et en interactions qui peuvent s'appréhender à différentes échelles.
Des écosystèmes échangeant de la matière et de l'énergie forment un écocomplexe.
Les corridors sont des voies de communication entre les écosystèmes.
Les zones de transition fournissent une diversité d'habitats sur des espaces restreints.
Les perturbations naturelles (événement géologique, climatique ou biologique) et/ou d'origine anthropique impactent la biodiversité et provoquent des modifications de structure et de fonctionnement de l'écosystème.
Un écosystème est le produit de l'histoire des perturbations qu'il a subies ou qu'ont subies les écosystèmes qui l'entourent.
La biodiversité, essentielle au fonctionnement des écosystèmes (réalisation des processus écologiques), fournit à l'homme des avantages socio-économiques :

- des biens produits par les écosystèmes,
- des services de régulation : qualité de l'eau, de l'air, des sols, régulation hydrique et climatique,
- des services culturels : récréation (écotourisme),

ce qui lui confère de la valeur et doit contribuer à la préserver.
Il faut aussi tenir compte de la valeur d'option de la biodiversité vis-à-vis de services futurs (molécules médicamenteuses, capital génétique...).
Les agroécosystèmes sont des écosystèmes mis en place et contrôlés par l'Homme qui ont pour vocation première d'assurer la production de biens.
L'agro-écologie vise à produire des biens par des pratiques agricoles s'appuyant au maximum sur les interactions à l'origine des processus écologiques régissant le fonctionnement naturel des écosystèmes.

Notions fondamentales : Échelle et diversité des écosystèmes (biosphère, biome, écosystème, micro-écosystème, agrosystème, écocomplexe, hot-spot), processus écologiques (cycles et flux, espèces- ingénieurs), groupes fonctionnels (détritivores), écotone (lisière, ripisylve), connectivité (corridors, haies), conservation.

Capacités

- Caractériser différents écosystèmes (taille, diversité des biotopes...) à partir d'observations réalisées sur le terrain pour montrer leur diversité et le couplage permanent entre le biotope et la biocénose.
- Montrer que le fonctionnement d'un écosystème résulte des activités de groupes fonctionnels qui composent sa biodiversité.
- Établir la relation entre la composition des différents groupes fonctionnels et la réalisation des différents processus écologiques (végétaux chlorophylliens et production primaire, fixation de l'azote atmosphérique, insectes et pollinisation, détritivores / microorganismes et recyclage de la matière organique...).
- Montrer, en relation avec le programme de première, que la complémentarité fonctionnelle entre les métabolismes des organismes est à l'origine du cycle de la matière (autotrophie, hétérotrophie et cycle de la matière).
- Montrer que certaines espèces dites « espèces–ingénieurs » influent de manière significative sur les conditions du biotope et plus globalement sur le fonctionnement de l'écosystème (lombrics et propriétés des sols par exemple).
- Faire émerger des propriétés liées aux interactions : flux d'énergie, échanges de matière et d'organismes.
- Identifier des caractéristiques et des propriétés de ces interfaces : habitat, filtre, passage, ...
- Montrer que les plans d'aménagement visent à conserver ou restaurer la connectivité. (Exemple : trames vertes et bleues).
- Identifier à partir d'exemples de perturbations naturelles d'intensité variable (incendie, sécheresse, tempête, coulée de boue, pullulations d'espèces, ...) et d'origine anthropique (modification des habitats, pollutions, ...) les conséquences sur la biodiversité et sur le fonctionnement des écosystèmes.
- Montrer que les espèces envahissantes, locales comme la flore adventice des cultures, ou exotiques (« invasives ») affectent la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes envahis.
- Montrer, à partir de visites sur le terrain (parcelle agricole abandonnée, ancienne carrière, friche industrielle, forêt secondaire par ex), de documents (données aériennes par ex), que la connaissance des perturbations passées (fertilisation, utilisation de produits phytosanitaires, extraction de roches...) contribue à expliquer la composition de la biodiversité actuelle.
- Discuter de l'intérêt d'attribuer une valeur économique aux avantages procurés par la biodiversité.
- À partir de cas concrets de conservation, identifier les enjeux et les acteurs concernés. Étudier les mesures conservatoires mises en place vis-à-vis d'un milieu et/ou d'une espèce, leurs enjeux et leurs conséquences.

- Dégager de visites sur le terrain et de l'étude de documents, différents exemples de services rendus par un écosystème (ex : forêt) ou par un écocomplexe (ex : marais).
- Identifier sur le terrain des interactions en lien avec des pratiques agricoles relevant de l'agro-écologie.
- Comprendre que l'agro-écologie vise à minimiser la fréquence et l'intensité des perturbations associées aux interventions nécessaires à la production de biens (ex ; Techniques Culturales Simplifiées comme le semis direct, le non labour, désherbage mécanique, couverture du sol, bio contrôle favorisé ...)
- À partir de données de terrain et d'études de documents, montrer que les pratiques agro-écologiques favorisent d'autres services que la seule production (Ex : services cultures avec le maintien de l'écocomplexe bocager).

Précisions : Il n'est pas attendu un traitement exhaustif des exemples cités dans cette partie, ils ont principalement une valeur indicative.

La dynamique de la biodiversité, stabilité et résilience des écosystèmes

Objectif

Comprendre que toute situation actuelle doit être interprétée en fonction de son histoire, qu'un écosystème dans un état d'équilibre apparent n'est en réalité qu'un état transitoire dans un contexte permanent de changement.
Acquérir des notions permettant d'expliquer la trajectoire d'un écosystème dans le temps.

Connaissances

La succession écologique correspond à l'évolution de la structure de la biodiversité dans le temps et est caractérisée par différents stades, particulièrement observables après une perturbation.
Des mécanismes complexes qui interagissent tout au long de la succession expliquent la dynamique de la biodiversité.
La stabilité des écosystèmes se caractérise par leur résistance (capacité à éviter le changement lié à une perturbation) et leur résilience (capacité à retourner à l'état initial après avoir subi une perturbation).
Elle dépend de la richesse de la biodiversité et des interactions, en considérant que certaines espèces ou interactions pèsent davantage sur la stabilité de l'écosystème (espèces clés de voûte, espèces généralistes, ...)
La complexité du réseau d'interactions d'un écosystème peut être évalué par la connectance. Un écosystème qui possède une connectance élevée est plus résilient.
La diversité des écosystèmes et l'abondance des corridors au sein d'un écocomplexe sont des critères de résilience.
L'homme intervient aussi de manière positive sur la dynamique des écosystèmes dans un objectif de restauration.

Notions fondamentales : succession (stades pionnier, juvénile, en équilibre dynamique), perturbations anthropiques ou non (éruption volcanique, inondations, chutes d'arbres, fragmentation des habitats, pollution, changements climatiques), stabilité (résistance, résilience, connectance, espèces-ingénieurs et clés de voûte...), restauration (espèces parapluies).

Capacités

- Décrire et caractériser les différents stades d'une succession.
- Relier la dynamique de biodiversité observée à la modification des paramètres des filtres du biotope et de la biocénose par les êtres vivants.
- Associer la succession des différents stades aux traits d'histoire de vie des espèces sélectionnées (proportions relatives d'espèces soumises aux sélections r et K).

- Expliquer les conséquences de perturbations sur les filtres environnementaux (dispersion, biotope, biocénose) sur la dynamique de la biodiversité.
- À partir d'exemples, calculer la connectance CT pour comparer la densité des interactions entre des réseaux

CT = L / S(S-1) ou par commodité L/S^2

L = nombre total de liens (une interaction directe –herbivorie, prédation, parasitisme... – génère deux liens)

S : richesse spécifique (nombre d'espèces)
- Discuter de l'influence de la richesse spécifique et de la présence d'espèces particulières (espèces clés de voûte, espèces généralistes) dans la stabilité de l'écosystème.
- Montrer à partir d'un exemple (terrain, documents) que la restauration écologique s'appuie sur des techniques visant à orienter l'écosystème vers un état préférable à la situation constatée ou vers un état antérieur souhaité, par exemple: restauration de prairies suite à l'arrêt du pastoralisme ...

Précisions

La notion de climax, en contradiction avec les propriétés dynamiques des écosystèmes, n'est pas abordée.

L'évolution de la biodiversité

Objectif

Comprendre en quoi la sélection naturelle et la dérive génétique, qui s'exercent sur les populations composées d'individus génétiquement différents, déterminent l'évolution.

Connaissances

Le polymorphisme, défini par la diversité des variants phénotypiques au sein d'une population évolue au fil des générations.
Le pool génétique d'une population est constitué des allèles hérités et des nouveaux allèles issus des mutations (en lien avec le titre « altération du génome et cancérisation »).
Le milieu exerce une pression qui sélectionne les individus possédant les phénotypes les plus favorables.
La capacité d'un individu porteur d'un génotype donné à transmettre ses gènes à la génération suivante définit sa valeur sélective (ou fitness).
La sélection naturelle opère un tri orienté des génotypes.
L'adaptation au milieu est possible grâce au polymorphisme génétique.
Le couplage biotope / biocénose évolue au cours du temps et contribue à exercer une nouvelle pression de sélection : c'est l'éco-évolution.
Un tri aléatoire des génotypes s'opère également par dérive génétique, notamment dans le cas d'un effet fondateur ou d'un goulot d'étranglement.
L'isolement reproducteur de deux populations d'une même espèce peut conduire à l'apparition d'une nouvelle espèce.
Les espèces présentent toutes à des degrés divers des liens de parenté, témoins de leur histoire évolutive, et mis en évidence par la classification phylogénétique.

Notions fondamentales : évolution (variabilité génétique, sélection naturelle, valeur sélective, éco-évolution), dérive génétique (effet fondateur, isolement reproducteur, spéciation), arbre de parenté.

Capacités

- Montrer que les modalités de reproduction (sexuée ou asexuée) affectent la capacité à s'adapter dans un milieu changeant.
- S'appuyer sur l'exemple de l'antibiorésistance pour expliquer la notion de sélection naturelle.
- Envisager les conséquences des activités humaines sur la biodiversité génétique (sélection / amélioration et création variétale, érosion, conservation ...).
- Analyser et construire un arbre phylogénétique.
- Montrer que certaines innovations résultent de transferts horizontaux (endosymbiose, transfert de gènes viraux).

Précisions : Cette partie devra être envisagée en complémentarité de l'enseignement scientifique.

Thème 2 : Des enjeux de santé contemporains

Ce thème a pour objectif d'apporter des éléments de savoir et de savoir-faire pour comprendre des enjeux autour de la santé, faire des choix éclairés et responsables aussi bien sur le plan de la santé individuelle que collective.
L'environnement, l'alimentation, l'activité physique, les comportements à risques, mais aussi notre génome sont des facteurs influant sur notre santé.
Ce thème se veut en accord avec les politiques éducatives de santé en milieu scolaire. Elles ont pour objectif que chacun puisse agir sur les déterminants de santé, notamment vis-à-vis de l'alimentation, de l'environnement, de l'activité physique, des conduites addictives, et puisse obtenir un cadre de vie favorable à la santé, éventuellement en modifiant ou en étant accompagné pour modifier son comportement.

• Conduites addictives et risques pour la santé

À partir d'exemple(s), les élèves étudient les effets de molécules exogènes (cannabis, alcool, ...) sur le fonctionnement du système nerveux (vitesse de propagation, synapse, circuit de la récompense, ...)

Le système nerveux et les substances psychoactives

Connaissances

Les structures nerveuses impliquées sont identifiées à partir de la description d'un circuit nerveux en fonctionnement (mouvement volontaire...) pouvant être perturbé par une molécule exogène.
Le message nerveux naît au niveau d'un récepteur.
Malgré la diversité de la nature des stimuli (chimique, mécanique, ...) et des organes des sens, la transduction conduit toujours à une forme unique d'information de nature électrique : le potentiel d'action, signal élémentaire du message nerveux.
La propagation du potentiel d'action résulte de modifications de la perméabilité membranaire impliquant des canaux-Na+.
La vitesse de propagation varie selon les fibres. Du fait d'une période réfractaire, in vivo, la propagation est unidirectionnelle.
La transmission et l'intégration du message nerveux sont étudiées dans le cadre d'une synapse chimique.

Notions fondamentales : réflexe, stimulus, récepteur sensoriel, potentiel de repos, potentiel de récepteur, canaux ioniques, notion de seuil, transduction, neurone, propagation en fréquence de potentiel d'action, loi du tout ou rien, transmission synaptique, neurotransmetteur et intégration du message nerveux, PPSI, PPSE, sommation spatiale, sommation temporelle, effecteur.

Capacités

- Construire un circuit nerveux de type réflexe.
- Observer et comparer des lames histologiques de fibre et de nerf.
- Observer des lames histologiques pour comprendre l'organisation de la moelle épinière.
- Utiliser des maquettes, logiciels ou réaliser une dissection d'un encéphale de vertébrés pour comprendre l'organisation et le fonctionnement du système nerveux central.
- Recenser, extraire et exploiter des informations, afin de caractériser le fonctionnement d'une synapse chimique.
- Identifier les réponses intégratrices possibles : mouvements (muscles antagonistes par exemple), sécrétion, excrétion...

Précisions : Les structures et les mécanismes mis en jeu lors d'un mouvement involontaire peuvent être étudiés à partir du réflexe myotatique. Les phénomènes ioniques sont décrits pour expliquer la nature électrique du potentiel de repos et du potentiel d'action.

Les troubles du comportement, accoutumance, dépendance

Connaissances

Le plaisir repose sur l'activation dans le cerveau de zones précises (« circuits de la récompense ») et l'intervention de neurotransmetteurs particuliers.
Il existe maintes sources d'addictions : écrans, glucose... qui peuvent conduire selon la fréquence d'exposition et les individus à l'accoutumance, à la dépendance et à des troubles du comportement.

Notions fondamentales : renforcement, apprentissage, accoutumance, dépendance, dopamine, sérotonine.

Capacités

- Mettre en œuvre une méthode (démarche historique) et/ou une utilisation de logiciels et/ou une recherche documentaire (analyse de données expérimentales et médicales) pour mettre en évidence le circuit de la récompense.

Précisions : Partir des acquis de la classe de seconde (titre : « cerveau, plaisir, sexualité ») lors de l'étude de cette partie.

- **Activité physique et santé**

Le stress aigu, une adaptation permettant d'anticiper un effort physique

Objectif

Lors de l'étude des effets du stress sur l'organisme, les élèves apprennent que le système nerveux central, en interaction avec d'autres systèmes biologiques (notamment hormonal) permet une accommodation des paramètres internes. Ainsi, une action motrice par exemple (fuite, lutte) constitue une réponse rapide et efficace aux stimuli environnementaux (agents stresseurs). Si la situation stressante se prolonge ou s'intensifie, la réponse de l'organisme n'est plus adaptée, des pathologies peuvent apparaître.

Connaissances

En réponse à un stress aigu (perception d'un danger immédiat), une réponse proche de celle observée lors d'un effort est observée. Un certain nombre de paramètres physiologiques sont modifiés : fréquence cardiaque, volume d'éjection systolique (et donc débit cardiaque), distribution du débit sanguin, pression artérielle moyenne.

Ces modifications physiologiques permettent un meilleur approvisionnement des muscles en dioxygène et en nutriments. L'organisation anatomique du système cardio-vasculaire facilite cet apport privilégié.
Ainsi l'organisme anticipe une activité motrice (fuite, lutte).
Ces modifications résultent de l'activation de la branche sympathique du système nerveux autonome. Dans un premier temps la noradrénaline libérée au niveau des synapses des terminaisons sympathiques entraine l'augmentation de la fréquence cardiaque, du volume d'éjection systolique, une vasodilatation des artères et artérioles amenant le sang aux muscles squelettiques et cardiaque et une vasoconstriction des vaisseaux amenant le sang aux autres organes (notamment tube digestif et reins).
Dans un second temps, l'apport de nutriments aux muscles est augmenté sous l'effet d'hormones : l'adrénaline produite par les glandes médullo-surrénales sous contrôle sympathique et le cortisol produit par les glandes corticosurrénales sous le contrôle de l'hypophyse et de l'hypothalamus.
Enfin, le retour à la situation antérieure est permis notamment par une rétroaction exercée par le cortisol sur l'hypothalamus et l'hypophyse (résilience).
Cette réponse indispensable face à un danger potentiel constitue une adaptation.

Notions fondamentales : volume d'éjection systolique, fréquence cardiaque, débit cardiaque, révolution cardiaque, artère, veine, capillaire, disposition en parallèle de la circulation générale, vasoconstriction variable, système nerveux autonome, adrénaline, cortisol, CRH, ACTH, boucle de régulation.

Capacités

- Concevoir et/ou mettre en œuvre un protocole expérimental (en particulier assisté par ordinateur) pour montrer les variations des paramètres physiologiques à l'effort en fonction des individus (sédentaire, sportif, fumeur...).
- Exploiter des données quantitatives (éventuellement à l'aide d'un tableur) concernant les modifications de la consommation de dioxygène et/ou de nutriments et la réparation du débit sanguin lors d'un stress aigu et d'une activité motrice.
- Mettre en évidence l'organisation et le fonctionnement du système cardio-vasculaire en réalisant une dissection d'un appareil cardio-respiratoire de vertébré et/ou par l'utilisation des maquettes, logiciels.
- Recenser, extraire et exploiter des informations sur les effets de l'adrénaline et du cortisol.
- Recenser, extraire et exploiter des documents relatifs à des travaux expérimentaux pour construire et/ou argumenter la boucle de régulation évoquée.
- Élaborer un schéma fonctionnel pour représenter une boucle de régulation.

Précisions : L'analogie existant entre la réponse physiologique à un stress ou au cours d'un effort physique conduit à faire le lien avec le programme de première (titre : « Activité physique et santé »)
La réponse au stress complète les connaissances sur la régulation de la glycémie étudiée en classe de première.

Conséquences et prévention du stress chronique

Connaissances

La sécrétion continue d'adrénaline et de cortisol sous l'effet d'agents stresseurs permanents (situation rencontrée plus fréquemment avec l'évolution de nos modes de vie, mais aussi chez certains animaux d'élevage industriel ou chez certaines espèces animales dont l'habitat se raréfie et fréquemment dérangées) a des conséquences négatives sur l'organisme : augmentation de la prévalence des maladie cardio-vasculaires, hypertension, infarctus ; baisse des défenses immunitaires ; perturbation de la fonction de reproduction ; troubles métaboliques, obésité...
L'exposition prolongée au cortisol entraîne la diminution du nombre de leurs récepteurs dans l'hippocampe – structure cérébrale appartenant au système limbique – impliqué dans la boucle de régulation du cortisol. L'autorégulation du cortisol devient inefficiente.

Ces dérèglements peuvent être traités par des médicaments pouvant favoriser la résilience. La prise de ces médicaments, comme les benzodiazépines dans le cas de l'anxiété, n'est pas sans effets secondaires et doit suivre un protocole rigoureux afin de limiter l'apparition d'autres perturbations notamment une sédation et des troubles de l'attention.
Des indications non médicamenteuses comme l'activité physique permettent de limiter les dérèglements et de favoriser la résilience du système.
Chaque individu est différent face aux agents stresseurs, le stress intégrant des dimensions multiples et liées.

Notions fondamentales : Stress chronique, hippocampe, résilience, dérégulation.

Capacités

- Identifier, à partir d'études épidémiologiques et/ou d'expériences les liens de causalité entre stress chronique et certaines pathologies.
- Recenser, extraire et exploiter des informations afin de montrer le mode d'action des benzodiazépines.
- Recenser, extraire et exploiter des informations sur les pratiques permettant de diminuer les effets du stress chronique.

Précisions : Prendre conscience que le stress est une réponse ancestrale et indispensable à court terme aux agressions, mais pouvant causer des pathologies s'il se prolonge. Les mécanismes expliquant l'effet inhibiteur du cortisol sur les systèmes immunitaire et reproducteur ne doivent pas être détaillés.

- **Immunité, environnement et santé**

Objectif

Les élèves apprennent que le système immunitaire comprend un ensemble d'organes, de cellules et de molécules et que les défenses immunitaires reposent sur des interactions entre ces différents acteurs. Ces mécanismes peuvent être abordés à la faveur de l'étude du VIH qui perturbe ces interactions.
Les connaissances sur l'immunité adaptative sont utilisées en santé humaine, notamment la vaccination.
Les allergies sont abordées en relation avec l'environnement quotidien. L'importance du microbiote dans l'immunité est également soulignée.

Le système immunitaire et le VIH

Connaissances

Le système immunitaire est constitué d'organes, de cellules et de molécules qui coopèrent pour maintenir l'organisme en bonne santé en assurant sa défense immunitaire, notamment contre des agents infectieux ou des cellules cancéreuses. L'intestin et le microbiote, le cerveau participent aussi à la défense immunitaire et à sa régulation.
Le système ante-immunitaire est un ensemble de barrières protégeant en permanence l'organisme avant toute mise en action du système immunitaire : il s'agit de barrières mécaniques (épithéliums, cils, mucus), chimiques (enzymes dans les sécrétions naturelles comme les larmes ou la salive), écologiques (microbiote occupant les surfaces cutanées et intestinales).
L'immunité innée intervient rapidement et sans apprentissage préalable lors de situations variées (atteintes des tissus, infection, cancer). Elle se caractérise par la réaction inflammatoire et met en jeu des cellules (cellules phagocytaires comme les macrophages, cellules NK), et de nombreuses molécules (interleukines).

Des cellules comme les cellules dendritiques et des molécules sont à l'interface de l'immunité innée et de l'immunité adaptative qui sont en continuité.
L'immunité adaptative agit spécifiquement contre des molécules, ou partie de molécules provenant d'agents infectieux ou de cellules anormales. Associée à l'immunité innée, elle complète les défenses mises en place pour éliminer ce qui a provoqué la réaction immunitaire.
Pour faire face à une multitude de molécules étrangères et d'organismes infectieux qui continuent à évoluer, des mécanismes complexes et aléatoires (réarrangement de gènes, assemblage de chaînes protéiques dans le cas des anticorps) permettent l'expression d'une immense diversité de protéines susceptible de reconnaitre tous les antigènes.
Un phénomène de sélection élimine les cellules autoréactives susceptibles de diriger des réactions immunitaires contre soi.
Les cellules de l'immunité adaptative circulent dans le sang et dans la lymphe et deviennent effectrices en quelques jours après une première rencontre avec un antigène particulier, suivie de mécanismes de sélection, d'amplification et de différenciation clonales. À l'issue d'une telle réaction immunitaire primaire, des cellules mémoires persistent plus ou moins longtemps dans l'organisme.
À la faveur d'un nouveau contact entre l'antigène et les cellules mémoires, la réaction immunitaire dite secondaire est beaucoup plus rapide et efficace. Des dysfonctionnements du système immunitaire existent, notamment avec l'attaque de cellules de l'immunité adaptative par le VIH.
La vaccination repose sur la persistance des cellules mémoires. Une proportion suffisante de la population doit être vaccinée pour bloquer la circulation de l'agent infectieux.
Des procédés d'immunothérapie sont développés pour lutter contre certains types de cancer.

Notions fondamentales : soi et non soi, soi modifié, CMH, déterminant antigénique, organes lymphoïdes, macrophages, phagocytose, interleukines, réaction inflammatoire, médicaments anti-inflammatoires, cellules présentatrices de l'antigène, lymphocytes T CD4, lymphocytes T auxiliaires, lymphocytes T CD8, lymphocytes T cytotoxiques ; lymphocytes B, plasmocytes, immunoglobulines (anticorps), complexe immun, cellules-mémoire, sélection, amplification, différenciation, sérum, vaccin.

Capacités

- Extraire et exploiter des informations sur le microbiote et ses rôles.
- Observer et comparer des tissus avant et lors d'une réaction inflammatoire aiguë.
- Schématiser la réaction inflammatoire.
- Raisonner sur les précautions d'utilisation des médicaments aux propriétés anti-inflammatoires.
- Raisonner, à partir des mécanismes responsables de la diversité combinatoire, sur le nombre et la diversité des molécules de l'immunité adaptative.
- Déterminer, à partir de modèles moléculaires, numériques ou non, les structures impliquées dans la sélection clonale et la reconnaissance des antigènes par les lymphocytes T.
- Interpréter des résultats d'expériences pour déterminer les rôles des cellules et des molécules intervenant dans l'immunité adaptative.
- Concevoir et réaliser des expériences permettant de mettre en évidence l'action des anticorps lors de la réaction immunitaire adaptative.
- Montrer, en prenant l'exemple d'une infection virale (grippe...) comment se mettent en place les réactions immunitaires adaptatives.
- Exploiter des informations sur la vaccinothérapie : protocole vaccinal, taux de vaccination dans une population, évaluation bénéfice collectif/risque individuel, lutte contre certains cancers (dont utilisation d'anticorps monoclonaux).

Précisions : Les mécanismes de recombinaison, de sélection des lymphocytes, de présentation de l'antigène, les différentes classes d'anticorps ne doivent pas être détaillés.

Les allergies et le microbiote

Connaissances

Notre environnement quotidien très aseptisé et en même temps envahi de molécules issues notamment de produits de l'industrie chimique est marqué par une prévalence croissante des allergies.
L'allergie correspond à une réponse exagérée du système immunitaire suite à un contact avec un allergène (pollen, acarien, poil d'animal, aliment, etc.) Les pathologies allergiques se manifestent diversement : au niveau respiratoire, cutané, digestif notamment.
Le processus allergique comprend une sensibilisation lors d'un premier contact et une réaction caractérisée par la libération massive d'histamine lors d'un contact ultérieur.
Le contact avec un microbiote diversifié, notamment pendant l'enfance, participe à la maturation et à la régulation du système immunitaire.

Notions fondamentales : principe de la réaction allergique, microbiote et immunité.

Capacités

- Présenter le principe de la réaction allergique.
- Mettre en relation les maladies allergiques avec des caractéristiques de l'environnement à partir d'études documentaires.
- Mettre en relation l'immunité avec le microbiote à partir d'études documentaires.

Précisions : La réaction allergique ne doit pas être détaillée.

- **Génétique, environnement et santé**

L'altération du génome et la cancérisation

Objectif

Le matériel génétique est transmis d'une génération à l'autre lors de la multiplication cellulaire. Au cours des cycles cellulaires les erreurs non réparées sur les séquences nucléotidiques conduisent à des mutations. Les mutations de certains gènes sont à l'origine des cancers. Des facteurs environnementaux peuvent favoriser l'apparition des mutations.

Réplication, mitose et cycle cellulaire

Connaissances

La croissance d'un organisme pluricellulaire eucaryote et le renouvellement de ses cellules reposent sur la capacité de ces cellules à se diviser.
La réplication et la mitose permettent une reproduction cellulaire conforme (conservation de toutes les caractéristiques du caryotype ; nombre et morphologie des chromosomes). Les chromosomes sont des structures constantes des cellules eucaryotes qui sont dans des états de condensation variables au cours du cycle cellulaire.
Chaque chromatide contient une molécule d'ADN.
Au cours de la phase S, le chromosome passe d'une chromatide à deux chromatides. L'ADN de chaque chromosome subit la réplication semi-conservative : chaque brin original est conservé et sert de matrice à la fabrication de son brin complémentaire.
En absence d'erreur, ce phénomène préserve, par copie conforme, la séquence des nucléotides.
Ainsi, les deux cellules filles provenant par mitose d'une cellule mère possèdent la même information génétique.

Notions fondamentales : Phases du cycle cellulaire : interphase (G1, S, G2) et mitose, réplication semi-conservative de l'ADN, enzymes de réplication, reproduction conforme, clonage.

Capacités

- Recenser, extraire et exploiter des informations permettant de caractériser le cycle cellulaire et ses phases.
- Caractériser les différentes phases de la mitose à partir d'observation microscopiques.
- Mettre en œuvre une méthode (démarche historique) et/ou une utilisation de logiciels et/ou une pratique documentaire permettant de comprendre le mécanisme de réplication semi-conservative.

Précisions : la connaissance exhaustive des mécanismes moléculaires impliqués dans la réplication n'est pas attendue. La présence de protéines associées à l'ADN, permettant notamment la condensation du matériel génétique lors de la mitose, peut-être mentionnée toutefois la connaissance de ces molécules n'est pas attendue.

Altération du génome et processus de réparation

Connaissances

Pendant la réplication de l'ADN surviennent des erreurs spontanées et rares. L'ADN peut aussi être altéré pendant les autres phases du cycle cellulaire.
Le plus souvent l'erreur est réparée par des systèmes enzymatiques.
Quand elle ne l'est pas, si les modifications n'empêchent pas la survie de la cellule, il apparaît une mutation, qui sera transmise si la cellule se divise.
La fréquence des mutations est augmentée par l'action d'agents mutagènes ou lors d'infections virales.
Une mutation a des conséquences différentes selon la cellule concernée. Si la mutation survient dans une cellule somatique, elle sera transmise au clone issu de cette cellule (si toutefois elle se divise). Dans le cas d'une cellule germinale, la mutation pourra être transmise à la descendance, elle devient alors héréditaire et source de diversité allélique pour la population.

Capacités

- Interpréter des bases de données et/ou concevoir et réaliser un protocole pour mettre en évidence l'influence d'agents mutagènes (UV, virus, benzène, ...)
- Utiliser des logiciels pour caractériser des mutations et envisager leurs conséquences.
- Recenser et exploiter des informations permettant de caractériser la diversité allélique d'une population.

Évolution du génome bactérien et antibiorésistance

Objectif

Le génome d'une population bactérienne évolue sous l'effet de mutations et de transformations (incorporations d'ADN exogènes). Parmi les conséquences possibles, des résistances aux antibiotiques peuvent apparaitre.

Connaissances

Des mutations spontanées provoquent une variation génétique dans les populations de bactéries. Parmi ces variations, certaines font apparaître des résistances aux antibiotiques.
Les bactéries peuvent également incorporer des séquences nucléotidiques de leur environnement, notamment des gènes de résistance à un antibiotique provenant d'une autre espèce bactérienne (transformation).
L'application d'un antibiotique sur une population bactérienne sélectionne les formes résistantes et n'empêche pas leur multiplication.

L'utilisation systématique de traitements antibiotiques accroît la fréquence des formes résistantes par sélection naturelle, et peut conduire à des formes multirésistantes et à des impasses thérapeutiques.

Notions fondamentales : antibiotiques, sensibilité, résistance, antibiogramme.

Capacités

- Concevoir et mettre en place un protocole permettant de montrer la sensibilité de microorganismes à différents antibiotiques.
- Recenser, extraire et organiser des informations pour :
    * décrire les conditions (homme/animal/environnement) de développement de l'antibiorésistance
    * identifier la sensibilité ou la résistance de microorganismes à différents antibiotiques.
    * calculer la fréquence d'apparition de résistances dans une population.
- Aborder les infections nosocomiales.

Précisions : La connaissance des processus de transformation bactérienne n'est pas attendue.