

Document d'accompagnement du référentiel de formation



Inspection de l'Enseignement Agricole

Diplôme :

Baccalauréat série Scientifique

Enseignement spécifique :

Écologie, agronomie et territoires

Objectif général :

Acquérir et consolider des connaissances sur l'organisation et le fonctionnement des systèmes vivants. Aborder des problématiques agronomiques, écologiques et biologiques avec des arguments scientifiques et techniques.

Indications de contenus, commentaires, recommandations pédagogiques

Les objectifs visés sont principalement de contribuer à la construction d'une culture scientifique, de participer à la formation de l'esprit critique et à l'éducation citoyenne, de préparer aux futures études supérieures et de sensibiliser l'élève à de larges secteurs d'activité professionnelle.

Pour atteindre ces objectifs, le programme de première et de terminale s'articule autour de trois thèmes reflétant des questionnements scientifiques et sociétaux actuels :

- les ressources et leurs utilisations,
- la durabilité des systèmes vivants,
- la biodiversité, du gène à l'écosystème.

Ces thèmes ne sont pas indépendants et il convient de mettre en évidence les liens qui les unissent à partir de problématiques environnementales.

Le programme, bien que structuré par ces trois thèmes, n'impose pas de progression ; celle-ci doit être établie par chaque équipe d'enseignants. Les mots clés et indications pour chacun des objectifs du programme figurent en 1^{ère} partie du présent document d'accompagnement.

L'étude pluridisciplinaire et territorialisée d'une problématique ou d'enjeux particuliers, sous forme d'un mini stage de quelques jours en classe de première, constitue une modalité pédagogique possible. L'horaire consacré à cette étude est pris sur le contingent horaire de l'enseignement spécifique de la classe de première de chaque discipline impliquée.

L'enseignement de biologie-écologie

L'enseignement de biologie-écologie en classes de 1^{ère} S et de terminale S permet d'acquérir des connaissances et des méthodes, mais aussi de développer les capacités et les attitudes générales définies dans le programme de SVT de la filière S. Les séances sur le terrain et au laboratoire doivent y contribuer largement. La démarche d'investigation, sans être une méthode pédagogique exclusive, privilégie la construction du savoir par l'élève et constitue l'unité de l'enseignement des sciences ; elle permet d'expliquer le réel à partir de :

- l'observation de phénomènes perceptibles à différents niveaux d'organisation,
- la réalisation de manipulations, d'expérimentations ou de modélisations permettant d'éprouver des hypothèses explicatives.

L'observation et la description des structures et ultrastructures cellulaires sont réalisées en relation avec l'étude des fonctions.

L'étude de certains aspects du programme d'écologie 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 des relations que l'individu entretient avec son milieu : il se nourrit, il se déplace, il se protège, il se reproduit, il entre en relation avec des congénères et avec des individus d'autres espèces. Des investigations et collectes, avec des prolongements au laboratoire, sont également menées. Toutefois, la réalisation d'inventaires exhaustifs n'est pas recherchée.

Dans le cadre réglementaire en vigueur, des élevages peuvent également être réalisés facilement, fournissant ainsi de larges possibilités d'observations, de mesures, de collectes de données et de modélisations.

Les technologies de l'information et de la communication contribuent à l'acquisition des savoirs et des savoir faire des élèves. Ainsi, l'expérimentation assistée par ordinateur, l'utilisation de logiciels permettant la simulation d'expériences, et d'une manière générale, les productions pédagogiques et les travaux d'élèves dans un environnement numérique de travail sont encouragés.

L'enseignement de sciences et techniques agronomiques

Les sciences et techniques agronomiques (production animale et production végétale) intègrent les avancées scientifiques dans leurs champs d'action ; elles génèrent aussi de la recherche et de la connaissance. L'enseignement de ces disciplines contribue donc à construire avec des arguments scientifiques et techniques, les notions de chacun des trois thèmes. Il s'appuie sur des problématiques actuelles en prise avec le domaine technique des sciences agronomiques. Les mots clés et les pistes de réflexion liés plus spécifiquement à l'enseignement de sciences et techniques agronomiques (STA) figurent dans le présent document d'accompagnement pour les objectifs concernés, en italique.

L'enseignement de sciences humaines

Le programme de sciences humaines s'inscrit dans les thèmes de l'enseignement spécifique. Il est traité en classe de première et peut prendre appui sur les acquis du module de seconde. L'approche systémique et interdisciplinaire est privilégiée.

Les sciences humaines, sciences économiques, sociales et de gestion (SESG) et histoire et géographie (HG) s'attachent à dégager les enjeux socio-économiques, historiques et géographiques liés à la maîtrise des ressources. Elles visent à éclairer, dans leur domaine, les conséquences des activités humaines : génétique, quête de nourriture, érosion, évolution de la biodiversité, etc. Il s'agit là d'envisager les enjeux liés à la maîtrise du vivant et à la durabilité des systèmes. Pour cela, l'observation de l'organisation des sociétés, des façons de vivre, des territoires et de leur évolution sont des dimensions pour lesquelles il convient, non de faire une étude exhaustive des problématiques proposées ci-dessous, mais d'aider les élèves à mobiliser des notions rigoureuses et des savoirs précis en s'appuyant sur des études de cas concrètes choisies par les enseignants en lien avec les autres disciplines de l'enseignement spécifique.

Les sciences économiques, sociales et de gestion :

- étudient la façon dont les sociétés produisent des ressources alimentaires et peuvent y accéder (modèles alimentaires, modes et techniques de production, question de la faim dans le monde, des risques et incertitudes, des flux commerciaux, etc.). Il convient pour cela de définir ce qu'on entend par « ressource » (génétique et alimentaire) au travers des distinctions renouvelable/non renouvelable, facteur/ressource/actif, patrimoine/ressource ;
- contribuent à identifier les enjeux socio-économiques et éthiques de la maîtrise du vivant et de l'information génétique (Quel contrôle du vivant et de la reproduction ? Quelle portée sociale pour les biotechnologies ? Le vivant, bien collectif ou bien privé ? Quelles sont les stratégies nationales et internationales dans ce domaine?)

L'histoire et la géographie contribuent à :

- mettre en évidence, à différentes échelles, pour le ou les territoire(s) considéré(s) (pays, terroir, région, aire culturelle, etc.) les caractéristiques naturelles et identitaires ;
- étudier les appartenances sociales, les identités et leurs origines, leur évolution dans le temps ;
- caractériser les enjeux et potentialités des patrimoines culturel, rural et agri-culturel ;
- analyser les modes de développement : du local au durable, leurs liens avec l'évolution des modèles et pratiques alimentaires ; la sécurité sanitaire et alimentaire, etc.

1^{ère} partie : Enseignements de Biologie - Écologie et de Sciences et Techniques Agronomiques

Capacités et attitudes développées tout au long de l'enseignement spécifique

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

Objectif 1- L'accès aux ressources et leurs utilisations : contraintes écologiques et mécanismes biologiques (1ère et Term S)

Objectif 1.1- La nutrition carbonée chez les végétaux chlorophylliens (1^{ère} S)

1.1.1- La production de biomasse par les végétaux chlorophylliens

Mots clés : chloroplaste, pigments, photosynthèse, phase photochimique, phase d'assimilation, absorption, circulation, mise en réserve, autotrophie

La nutrition carbonée est étudiée chez les plantes en C3 et à toutes les échelles : de l'organisme à la molécule. Le niveau moléculaire permet d'expliquer le couplage des phases. La connaissance précise de chaque molécule n'est pas exigée.

On peut considérer que la coexistence de pigments photosynthétiques variés peut répondre à une problématique écologique (répartition des végétaux).

Les acquis de la classe de seconde sur la photosynthèse doivent être pris en compte.

1.1.2- La production primaire et ses facteurs limitants

Mots clés : biomasse, production primaire, productivité, temps de renouvellement de la biomasse (turn-over), facteur limitant, *composantes du rendement, estimation du rendement, rendement mesuré, potentiel de production, intrants*

La biomasse est la quantité de matière organique à un instant t par unité de surface (ou de volume).

La production primaire est la biomasse produite par unité de surface (ou de volume) et de temps. La production primaire nette prend en compte les pertes par respiration.

La productivité primaire est le rapport production primaire / biomasse.

Le temps de renouvellement est le rapport inverse biomasse / production primaire.

On peut corréler la comparaison de ces paramètres à différentes échelles (biomes, écosystèmes, plantes en C4) à la notion de facteurs limitants, ce qui constitue un élément de compréhension de la répartition des biocénoses.

La production primaire à l'échelle du peuplement végétal.

À partir de cas concrets, des estimations de rendement de parcelles cultivées sont réalisées à différentes périodes de la campagne. Les résultats obtenus sont comparés avec le rendement obtenu à la récolte. Il s'agit alors d'expliquer les différences entre rendement estimé et rendement mesuré. Ce rendement obtenu est mis en perspective avec les intrants apportés au système et d'autres facteurs explicatifs.

Objectif 1.2- La consommation et l'utilisation de matière organique carbonée par les êtres vivants (1ère S)

1.2.1- La nature des ressources

Mots-clés : ressource alimentaire organique, accessibilité, qualité

Dans cet objectif, on envisage la ressource carbonée organique consommée par les hétérotrophes.

Au-delà de l'unité de composition chimique des ressources alimentaires (glucides, lipides, protides – lien avec le programme de seconde), il s'agit de montrer à la fois la grande diversité de leurs formes (ressource fixe ou mobile, libre ou difficile d'accès, facilement morcelable ou non) et l'extrême variabilité de leurs qualités nutritionnelles (richesse en azote, valeur énergétique,...)

Établir le lien avec l'objectif 1.3.2. (allocation énergétique)

1.2.2- Les adaptations de l'appareil digestif aux régimes alimentaires

Mots-clés : hétérotrophes, phytophages, zoophages, détritivores

Établir des liens entre les caractéristiques morphologiques, anatomiques et physiologiques de tubes digestifs et les régimes alimentaires. Montrer ainsi que la largeur du spectre des ressources exploitées est en relation avec ces différentes caractéristiques et que la compartimentation du tube digestif est en rapport avec la qualité nutritionnelle des aliments (en particulier leur teneur en cellulose).

1.2.3- Des aliments aux nutriments

Mots-clés : Digestion mécanique, digestion chimique, *digestion microbienne*, nutriments, absorption

Cet objectif permet d'étudier les aspects généraux de la digestion et de l'absorption, mais aussi d'aborder le rôle des enzymes et des caractéristiques de leur fonctionnement : liaison enzyme – substrat, spécificité d'action, importance du pH du tube digestif.

L'étude de la symbiose entre le phytophage et le microbiote permet de comprendre la digestion de la cellulose et de la lignine. Cette étude est également liée à l'objectif 3.1.3 du thème B. Il convient de développer cet aspect chez les mammifères herbivores et d'enrichir l'étude avec d'autres exemples (insectes phytophages,...)

Les voies de l'absorption des nutriments sont mentionnées (*y compris dans le cas particulier des ruminants*) ; mais les mécanismes ne sont pas développés.

1.2.4- L'utilisation des nutriments et la production d'énergie

Mots-clés : nutriments organiques = source de matière et d'énergie ; conversion énergétique par respiration ou fermentations, mitochondrie ; ATP ; biosynthèses ; molécules de réserve

L'objectif est de montrer que l'énergie chimique potentielle contenue dans les nutriments est convertie en ATP, une forme utilisable par la cellule. Cette conversion énergétique, qui concerne aussi bien les hétérotrophes que les autotrophes, est étudiée au niveau cellulaire. Établir la comparaison entre respiration et fermentation en termes de bilan énergétique. Montrer l'existence de carrefours métaboliques des différents nutriments. La connaissance précise de chaque molécule n'est pas nécessaire pour montrer le couplage entre le cycle de Krebs et la chaîne respiratoire.

Les nutriments organiques non métabolisés en ATP sont stockés sous forme de réserves temporaires et facilement mobilisables : amidon, glycogène, triglycérides, protéines. Souligner l'aspect fonctionnel du stockage / déstockage des « monomères » nécessaire à la compréhension des aspects physiologiques (ex : molécule de glycogène et glycémie).

Mentionner des processus consommateurs d'ATP étudiés dans d'autres objectifs 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.

Les mécanismes moléculaires ne sont pas au programme.

Objectif 1.3- Les allocations de ressources pour la croissance, le développement et la reproduction (Term S)

1.3.1- Les variations des ressources dans le temps et dans l'espace, les facteurs limitants, la notion de niche

Mots clés : disponibilité, facteur limitant, compétition, dimensions trophique, spatiale, temporelle de la niche, niche fondamentale et niche réalisée, recouvrement (ou chevauchement) de niches, écophases, principe d'exclusion compétitive

Il s'agit de mettre en évidence la variabilité de la ressource prise au sens large : Le terme « ressource » englobe ici à la fois la nourriture, les partenaires sexuels, le territoire.

L'analyse de valeurs réelles de facteurs écologiques permet de mettre en évidence leur variation dans le temps et dans l'espace et la notion de facteur limitant.

1.3.2- Le compromis nécessaire entre gain et dépense d'énergie pour se nourrir et se reproduire

Mots-clés : métabolisme de base, coûts spécifiques, allocations d'énergie

Montrer que pour un individu, la 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 métabolisme basal, différents postes sont consommateurs d'énergie :

- l'appropriation de la ressource alimentaire : recherche, capture, digestion.
- la croissance et le renouvellement cellulaire : production de nouvelles cellules par mitose.
- la reproduction : mise en place des organes et cellules reproductrices, recherche du partenaire, soins aux jeunes.

Cet objectif, en relation avec l'objectif 2.2 du thème B, donne l'occasion de réaliser, de comparer des mesures de taille ou de masse sur des individus, de même espèce ou d'espèces différentes (proies, prédateurs).

1.3.3- Les d'histoires de vie et les stratégies démographiques des individus : gradient allant de « r » à « K »

Mots-clés : traits d'histoire de vie, réponses adaptatives, épisodes de reproduction, nombre et taille-masse des descendants

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 connaît toujours les mêmes phases de la cellule œuf à la mort : juvénile (dont embryonnaire), adulte (capacité à se reproduire) et sénescence.

La durée des phases et le nombre d'épisodes de reproduction varient avec les orientations d'allocation d'énergie. La représentation des histoires de vie sous forme linéaire (et non cyclique) permet de faire des comparaisons et de faire apparaître les solutions adaptatives (stratégies) qui assurent le maintien des populations (en dehors d'incidents majeurs). Si les stratégies se réfèrent à un gradient théorique de « r » à « K », tous les intermédiaires existent grâce à une grande diversité des solutions adaptatives, ce qui assure le peuplement de tous les milieux de la planète.

Objectif 1.4- Le rôle du système nerveux dans l'acquisition des ressources (Term S)

1.4.1- La détection de la ressource et la naissance du message nerveux

Mots-clés : stimulus, récepteur sensoriel, potentiel de repos, potentiel de récepteur, notion de seuil, transduction, potentiel d'action

L'objectif est de montrer, à partir d'un exemple, la naissance du message nerveux au niveau d'un récepteur et non d'étudier les organes des sens. Constater que, 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.

1.4.2- La propagation et la transmission du message nerveux

Mots-clés : neurone, propagation du message, canaux ioniques, codage, échanges ioniques, synapse, neurotransmetteur, *substances neurotoxiques*

Les phénomènes ioniques sont décrits pour expliquer la nature électrique du potentiel de repos et du potentiel d'action. 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 est étudiée dans le cadre d'une synapse chimique.

À partir d'exemple(s), montrer que certaines molécules exogènes perturbent le fonctionnement du système nerveux.

L'agronomie développe ici la notion de toxicité aiguë et le mode d'action de certaines substances actives neurotoxiques.

1.4.3- L'intégration et la réponse

Mots-clés : PPSI, PPSE, sommation spatiale, sommation temporelle, effecteur

Identifier les réponses possibles : mouvements (muscles antagonistes par exemple), sécrétion, excrétion...

Les comportements de chasse ou de fuite constituent de bons exemples de réponses intégratrices.

Prendre en compte les acquis de seconde relatifs à l'activité physique.

Objectif 2- Les relations trophiques (1ère S)

Objectif 2.1- Les niveaux, les chaînes et les réseaux trophiques

Mots-clés : producteurs primaires, consommateurs de différents ordres (producteurs secondaires), décomposeurs

Concrètement, une flèche symbolise le sens du transfert de matière entre deux niveaux trophiques et signifie « est mangé par ».

Cet objectif peut être illustré dans le domaine de la protection des cultures avec la lutte biologique par exemple.

Objectif 2.2- Le cycle de la matière, le rôle des décomposeurs

Mots-clés : matières minérales, matières organiques, minéralisation, recyclage, *fonctionnement du sol, lessivage, lixiviation, cycle de la matière*

La construction du cycle de la matière vise à intégrer les notions abordées dans les objectifs 1.1 et 2.1 mais les cycles biogéochimiques ne sont pas à détailler de manière exhaustive, en particulier pour les phases non étudiées dans le programme.

Le sol, un maillon clé des cycles.

Des éléments concernant le cycle du carbone, de l'azote et du phosphore sont abordés. La dynamique de ces éléments dans le sol et leur transfert dans le compartiment eau sont développés.

Il s'agit de mettre en évidence la vulnérabilité de la ressource sol à partir de cas particuliers et non de détailler la pédogénèse.

Objectif 2.3- Les transferts de matière et les flux d'énergie : rendements écologiques, pyramides écologiques

Mots-clés : rendement photosynthétique, rendement écologique de croissance, rendement de production, rendement d'assimilation, rendement d'exploitation, pyramide des énergies, pyramide des biomasses, *approche systémique à différentes échelles, intensification, extensification*

L'intérêt d'utiliser ces paramètres réside principalement dans des comparaisons : entre écosystèmes plus ou moins artificialisés, entre caractéristiques biologiques différentes (régime alimentaire, métabolisme, régulation thermique,...)

Le transfert de matière et d'énergie est traité en sciences et techniques agronomiques sous l'angle de la valorisation des facteurs de production. Il s'agit de montrer la logique d'un processus de production à l'échelle du système de culture et/ou du système d'élevage voire d'un territoire (ex : échange paille, effluents d'élevage, gestion de l'eau,...)

En s'appuyant sur des études de cas concrets, amener les élèves à développer un point de vue structuré et argumenté sur la notion d'intensification ou d'extensification d'un système de production.

Objectif 2.4- Le phénomène de bioaccumulation

Mots - clés : bioconcentration, seuil de toxicité, *toxicité chronique, dose journalière admissible (DJA), limite maximale de résidus (LMR)*

Cet objectif est traité en agronomie avec comme support les produits phytopharmaceutiques, les antibiotiques ou les métaux lourds. La notion de toxicité chronique est centrale dans cet objectif.

Présenter les plans mis en place pour limiter ce phénomène (ex : ecophyto, ecoantibio 2017).

Thème B – La durabilité des systèmes vivants

Objectif 1- L'intégrité de l'organisme (Term S)

Objectif 1.1- Un exemple d'homéostasie : la glycémie

1.1.1- La glycémie, un paramètre variable et régulé

Mots-clés : hyperglycémie, hypoglycémie, glucose, glycogène, insuline, glucagon, pancréas, cellules α et β , foie, muscles, adipocytes, glycogénolyse, glycogénogenèse, capture du glucose.

1.1.2- Les diabètes, un dysfonctionnement de la régulation

Mots-clés : diabète type 1 et 2, facteurs de risques, obésité, gènes de susceptibilité, insulino-résistance, traitements, régimes

Établir les liens avec les objectifs 2.4.2 du thème C (génie génétique) et 1.2.3 du thème B (maladies auto-immunes).

Objectif 1.2- Un exemple de mécanisme de défense : l'immunité

1.2.1- Le soi biologique et le non soi

Mots-clés : soi, non soi, soi modifié, antigène, CMH, greffe

1.2.2- La réponse immunitaire

Mots-clés : immunité innée et immunité adaptative, barrières naturelles, réaction inflammatoire, organes lymphoïdes, cellules de l'immunité, phagocytose, anticorps (immunoglobulines), spécificité, lyse, médiation humorale et médiation cellulaire, coopération, interleukines, complexe immunitaire, cellules-mémoire, aides à la réponse immunitaire (sérum, vaccin)

1.2.3- Des dysfonctionnements : Diabète, SIDA, allergies

Le diabète, maladie auto-immune, est étudié dans l'objectif 1.1.2. du thème B.

L'étude du SIDA prend en compte les connaissances acquises sur les virus dans l'objectif 2.4.1 du thème C et de l'immunité dans l'objectif 1.2.2 du thème B.

L'étude de la réaction allergique, dysfonctionnement immunitaire de plus en plus fréquent, doit s'intéresser aux causes (molécules d'origines variées de plus en plus nombreuses, et en interaction, dans l'environnement) mais les mécanismes fins ne doivent pas être détaillés.

La compréhension des problèmes de santé publique fait partie des objectifs visés.

Objectif 2- Les populations dans leur milieu (1ère S et Term S)

Objectif 2.1- La multiplication des individus par voie asexuée (1ère S)

Mots-clés : cycle cellulaire, réplication de l'ADN, reproduction conforme, multiplication végétative, parthénogenèse, clonage

Les techniques, les conséquences et les applications de la reproduction par voie asexuée sont développées en sciences et techniques agricoles à l'aide d'exemples concrets.

Objectif 2.2- La multiplication des individus par voie sexuée (1ère S)

2.2.1- La gamétogenèse et la fécondation

Mots-clés : gonades, méiose, spermatogenèse, ovogenèse, folliculogenèse, gamètes, pollinisation, fécondation, *procréation*, double fécondation, cellule œuf, zygote principal, zygote accessoire

L'étude de cet objectif s'appuie sur deux exemples : une espèce d'angiospermes et un mammifère.

Chez l'angiosperme, la gamétogenèse est seulement localisée (dissection florale), le développement 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. On insiste sur le rôle du hasard dans la procréation (aléa de méiose et fécondation).

Les techniques, les conséquences et les applications de la reproduction par voie sexuée sont développées en sciences et techniques agricoles à l'aide d'exemples concrets.

2.2.2- La régulation neuroendocrinienne de la fonction de reproduction dans l'espèce humaine

Mots-clés : cycles sexuels, cellules endocrines, cellules cibles, complexe hypothalamo-hypophysaire, hormones, et modes d'action, boucle de régulation

Cette partie du programme doit aussi permettre aux élèves d'exprimer leur demande d'informations en matière de sexualité (dont la contraception).

2.2.3- Les perturbateurs endocriniens

À partir d'exemple(s), montrer que certaines molécules exogènes issues des activités humaines perturbent la reproduction sexuée. Faire le lien avec la bioaccumulation abordée dans l'objectif 2.4 du thème A.

Objectif 2.3- Les modes de reproduction : des réponses aux contraintes du milieu (1ère S)

Mots-clés : diploïdie, haploïdie, reproduction sexuée/reproduction asexuée, diversité génotypique, diversité phénotypique, écophases, diapause, colonisation, résistance

Relier cet objectif avec l'objectif 2.2.1 du thème B.

Construire des histoires de vie à partir d'exemples choisis en relation avec les notions de contraintes de milieu. Pour amorcer ce qui sera vu en classe de terminale (objectif 2.2 du thème C), discuter des notions de stabilité et de variabilité des allèles, des caractères, des espèces.

Objectif 2.4- La dynamique des populations (Term S)

2.4.1- L'organisation spatiale et temporelle des populations

Notion de territoire.

Étude à l'aide de descripteurs usuels : densité, répartition...

2.4.2- Les paramètres démographiques et les courbes de croissance des populations

Mots-clés : courbe exponentielle, taux de croissance, natalité, mortalité, courbe logistique, capacité d'accueil limite, migrations, courbe de survie, sex-ratio, pyramides des âges

L'effectif d'une population dépend directement des taux intrinsèques de natalité et mortalité. La courbe exponentielle en est le modèle. Elle représente une situation soit théorique soit momentanée.

Lors de l'étude de la courbe logistique, envisager les facteurs de variation du taux de croissance : paramètres influençant les taux intrinsèques, migrations.

À partir d'exemples concrets chiffrés, réaliser la construction des courbes exponentielle et logistique afin de permettre aux élèves de mieux appréhender ces modélisations.

Les équations mathématiques des modélisations ne sont pas au programme.

2.4.3- Les facteurs de régulation des populations

Mots-clés : facteurs indépendants de la densité (climat, température, etc.), facteurs dépendants de la densité (compétition, prédation, parasitisme), interactions positives (coopération, symbiose)

Il s'agit de montrer en quoi ces facteurs agissent soit sur le taux de natalité, soit sur le taux de mortalité, soit sur les deux. En effet, la variabilité de ces facteurs influence les histoires de vie et les stratégies démographiques des individus.

Objectif 3- Les populations en interaction (1ère S et Term S)

Objectif 3.1- La dynamique des communautés (1ère S et Term S)

3.1.1- Les évolutions spontanées d'un milieu (Term S)

Mots-clés : milieux terrestre et aquatique, successions de peuplements (stades pionnier, juvénile, mûre et sénescence), perturbations, résilience des milieux, population opportuniste, population spécialiste, *processus écologiques*

Préférer la notion d'équilibre dynamique à celle de climax, controversée.

3.1.2- Les facteurs abiotiques (1ère S)

Les sorties sur le terrain ou l'exploitation d'élevages mis en place sont l'occasion d'enregistrer des valeurs réelles de facteurs abiotiques : température, pH, hygrométrie, lumière, vent, vitesse de courant en milieu aquatique... L'analyse de ces valeurs de facteurs écologiques permet de mettre en évidence leur fluctuation et la notion de facteur limitant, en lien avec l'objectif 1.1.2 du thème A.

3.1.3- Les relations interspécifiques (Term S)

Mots-clés : symbiose, mutualisme, parasitisme, compétition, prédation, *synergie*, *antagonisme*, *peuplement végétal*, *relations entre populations*, effets de groupe et de masse

S'appuyer sur des travaux pratiques, sur des exemples observés sur le terrain pour comprendre la relation étudiée.

Les intérêts des relations interspécifiques en agriculture.

En agronomie, peuvent être développés la pratique et les intérêts des cultures associées (association d'espèces ou de variétés dont au pâturage par exemple). La protection des cultures et la gestion des populations à l'échelle de l'écosystème géré est une autre entrée qui peut être privilégiée pour aborder cet objectif.

À une échelle différente, la fixation symbiotique de l'azote peut être vue en relation avec l'objectif 2.2. du thème A.

Objectif 3.2- Les perturbations de la dynamique des communautés (Term S)

3.2.1- Les impacts des activités humaines sur les populations et les milieux

Mots-clés : fragmentation et dispersion des habitats, espèces envahissantes, chasse et commerce, pollutions (dont dystrophisation), changements climatiques, *préservation de la ressource*, *fertilité du sol*, *érosion*, *régulation des flux*, *bioépuration* ; *disparition et/ou maintien de la biodiversité*

Les impacts de l'activité agricole sur le sol, sur l'air et sur l'eau.

Pour les STA, trois compartiments vus comme des ressources (bien commun) sont privilégiés pour développer cet objectif : le sol, l'air et l'eau. La biodiversité vue comme une ressource est abordée dans le thème C.

À partir d'études de cas concrets, montrer les impacts positifs et négatifs de l'activité agricole sur chacun de ces trois compartiments. Les impacts sont étudiés tant au niveau quantitatif que qualitatif. Dans le contexte étudié, développer les moyens mis en œuvre ou envisageables pour préserver ces ressources.

Selon les opportunités, des exemples complémentaires peuvent être abordés.

3.2.2- Les réponses des espèces aux changements climatiques

À partir d'exemples pertinents, montrer les effets des changements climatiques sur la distribution des populations : migration, adaptations, extinction des espèces, extension ou régression de zones de production agricole.

Les changements climatiques et l'évolution des zones de production agricole sont abordés en STA.

Les mécanismes à l'origine des changements climatiques ne sont pas au programme.

Thème C – La biodiversité du gène à l'écosystème

Mobiliser les acquis de seconde générale pour traiter ce thème.

Objectif 1- La biodiversité spécifique (1ère S)

Objectif 1.1- L'estimation de la diversité des espèces d'un milieu

L'estimation de la biodiversité d'un milieu implique l'identification, la description des espèces et la réalisation d'inventaires. Celles-ci sont effectuées sur le terrain par toute méthode directe ou indirecte : identification à l'aide de clés de détermination, reconnaissance à l'aide de guides, relevés d'indices de présence, piégeage, relevés de végétation,...

Des indicateurs de biodiversité permettent d'apprécier la quantité et la qualité de la biodiversité. Les modèles mathématiques et le calcul des indices ne sont pas au programme. Toutefois, le travail sur documents autour du choix d'indices, de leur valeur et de leur interprétation présente des intérêts scientifiques et didactiques.

Objectif 1.2- La notion d'espèce et ses limites

Mots-clés : espèce, *croisement*, *hybrides intra et interspécifique*, *hétérosis*, organismes génétiquement modifiés (OGM), *clonage*, *race*, *variété*, *cultivar*, *souche*, *lignée*

Discuter la notion d'espèce et ses limites.

Hybride interspécifique et OGM illustrent le franchissement de la barrière spécifique.

D'autres aspects, notamment les niveaux infra-spécifiques (races, souches, lignées, variétés), sont traités en sciences et techniques agricoles.

L'agriculture face à la biodiversité (création, érosion, utilisation de la biodiversité) peut être développée ici de manière objective

Objectif 1.3- La parenté et les apports de la classification phylogénétique

Mots-clés : arbre de parenté, homologie, évolution, structures innovantes, matrice des caractères, état primitif, état dérivé

Il s'agit de consolider et d'approfondir les connaissances acquises en seconde et d'appréhender que les espèces ont une histoire évolutive, qui seule, peut expliquer leur diversité.

Objectif 2- La biodiversité génétique (Term S)

Objectif 2.1- Le polymorphisme génétique dans les populations

2.1.1- La population et la notion de pool génétique

Mots-clés : polymorphisme, plasticité, adaptations au milieu, pression de sélection, mutations, variabilité génétique

La plasticité correspond à la variabilité induite par l'environnement dans l'expression du phénotype.

L'adaptation au milieu est possible grâce au polymorphisme génétique ; le milieu exerce une pression qui sélectionne les individus possédant les phénotypes les plus favorables.

Les applications agricoles du polymorphisme génétique dans les populations sont vues dans cet objectif. La génétique des populations, en particulier la théorie de Hardy Weinberg, n'est pas au programme.

2.1.2- Les principes de la génétique depuis les travaux de Mendel

Mots-clés : phénotype, génotype, allèles, locus, dominant, récessif, *caractères agronomiques et leur déterminisme génétique*, monohybridisme et dihybridisme, *programme d'amélioration génétique, sélection, création variétale, marqueurs, génomique*

Des applications agronomiques sont développées suivant une approche historique depuis la génétique de Mendel jusqu'à la génomique. Il s'agit de montrer, en s'appuyant sur quelques avancées majeures, l'évolution parallèle des connaissances scientifiques et des applications techniques.

2.1.3- Les brassages de l'information génétique

Les travaux de Morgan permettent la mise en évidence des brassages génétiques intrachromosomique et interchromosomique. S'appuyer sur les connaissances relatives à la méiose acquises en première dans l'objectif 2.2.1 du thème B.

L'hérédité liée au sexe et les cartes génétiques sont abordées en sciences agronomiques. Les conséquences de ce brassage sont vues en lien avec l'objectif 2.2. du thème B

Objectif 2.2- L'expression génétique chez les eucaryotes

2.2.1- Du gène à la protéine

Mots-clés : transcription, maturation des ARNm, traduction, sécrétion

Si le rôle des protéines (structural, fonctionnel) et leur devenir (utilisation intracellulaire ou exportation) sont mentionnés et illustrés, la maturation des protéines n'est pas au programme. Toutefois, rappeler qu'une protéine n'est fonctionnelle que lorsqu'elle a acquis une structure tridimensionnelle et le mettre en relation avec la notion d'enzyme abordée dans l'objectif 1.2. du thème A.

C'est aussi une opportunité supplémentaire de signaler le rôle indispensable des enzymes dans les réactions biochimiques et le coût énergétique du métabolisme.

2.2.2- Les régulations de l'expression génétique

Mots-clés : facteur de transcription, épissage alternatif, épigénétique

Les régulations s'exercent à différents niveaux et modulent l'expression des gènes :

- au niveau de l'ARN pré-messager (épissage alternatif)
- au niveau de l'ADN : réarrangement de l'ADN dans le cas de la diversité des anticorps, stimulation ou inhibition de l'expression par des molécules endogènes (hormones lipidiques par exemple) ou exogènes (épigénétique)

Les processus à l'origine de la diversité des anticorps ne doivent pas être excessivement développés, mais doivent seulement permettre de faire le lien avec l'objectif 1.2 du thème B.

Objectif 2.3- L'évolution de la biodiversité

2.3.1- La sélection naturelle et la spéciation

Mots-clés : sélection naturelle, amélioration génétique, dérive génétique, effet fondateur, spéciation

Les connaissances acquises en classe de seconde sont consolidées et approfondies pour expliquer l'évolution des espèces.

L'antibiorésistance fournit un exemple de sélection naturelle observable du point de vue de l'échelle de temps. Elle illustre par ailleurs un impact des activités humaines sur la biodiversité.

Quelques exemples d'amélioration génétique sont abordés en sciences et techniques agronomiques.

2.3.2- L'érosion de la biodiversité

Cet objectif est traité en lien avec l'objectif 3.2.1 du thème B et 1.2 du thème C.

Objectif 2.4- Les transferts de gènes

2.4.1- Le principe et les outils du génie génétique

Mots-clés : enzymes, vecteurs de clonage : virus et bactéries

La structure et la multiplication des virus et des bactéries sont étudiées à partir d'exemples. La systématique bactérienne et virale, la génétique bactérienne ne sont pas au programme.

2.4.2- Des applications pharmaceutiques et agronomiques

Mots-clés : fabrication d'une molécule, OGM, génie génétique, biotechnologies, transgénèse, *clonage*

Le génie génétique en agronomie.

En sciences agronomiques, étudier les enjeux et les conséquences agronomiques et environnementales d'une culture génétiquement modifiée. On peut s'appuyer par exemple sur le maïs Bt, sur le maïs résistant au glyphosate ou tous autres exemples. Pour les productions animales, on peut mentionner de façon simple quelques applications de la transgénèse et du clonage : création d'animaux modèles pour des études biomédicales, productions de protéines recombinantes d'intérêt pharmaceutique, modification de la composition du lait...

2.4.3- La bioéthique et l'approche citoyenne des biotechnologies

Le principe de précaution et l'acceptabilité sociale sont abordés dans cet objectif.

Un lien avec les enseignements philosophiques est possible pour l'étude de cet objectif.

Objectif 3- La biodiversité écosystémique (Term S)

Objectif 3.1- L'écosystème, du concept à la réalité : diversité, taille et limites

3.1.1- La diversité des écosystèmes

Les sorties sur le terrain sont l'occasion de montrer que la biocénose est organisée : population, communauté (ou peuplement).

Le recours à plusieurs exemples d'écosystèmes (observés sur le terrain ou étudiés à partir de documents) permet de dégager une unité de structure et de fonction.

L'agrosystème : un écosystème anthropisé.

On entend par agrosystème un écosystème construit ou modifié par l'homme pour l'exploitation d'espèces végétales et/ou animales à différentes fins : alimentaires (produits plus ou moins transformés, autoconsommation), énergétiques, de service en milieu rural.

Par l'étude d'un agrosystème clairement identifié, l'enseignement de sciences et techniques agronomiques a pour objectif de dégager les caractéristiques et les singularités de cet écosystème particulier. Une démarche visant à comparer différents agrosystèmes peut être mise en œuvre.

3.1.2- Les écosystèmes : des entités emboîtées, en mosaïque et en interactions

Mots clés : biosphère, biome, écosystème, micro-écosystème

Faire émerger des propriétés liées aux interactions : flux d'énergie, échanges de matière et d'organismes, en lien avec l'objectif 2.2 du thème A.

3.1.3- L'importance des zones de transition

Mots clés : écotone, lisière, haie, ripisylve, corridor, *problèmes de coexistence, relations sauvage / domestique, bandes enherbées, espaces agricoles non productifs, réservoir d'auxiliaires, réservoir de bioagresseurs, transmission d'agents pathogènes, « pollution » génétique*

Faire émerger des caractéristiques et des propriétés de ces interfaces : habitat, filtre, passage, ...

Les zones de transition en agriculture.

On peut par exemple aborder le cas des espaces pastoraux comme interfaces entre espaces de nature et milieux anthropisés.

Mentionner, en lien avec les mesures conservatoires abordées dans l'objectif 4 du thème C, les techniques d'aménagement (par exemple trames vertes, bleues).

Objectif 3.2- La biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes

3.2.1- L'importance de la biodiversité

Mots clés : espèces ordinaires, emblématiques, rares, protégées, disparues, utiles, nuisibles, hot-spot, extinction, diversité et stabilité des écosystèmes, valeurs de la biodiversité (usage, option, existence, écologique), *biodiversité fonctionnelle, auxiliaires*

Tout travail susceptible d'apporter un éclairage scientifique sur les statuts des espèces, sur les représentations de la biodiversité et sur son importance, sur l'actualité dans ce domaine présente un intérêt.

- Valeur d'usage : consommation directe, production alimentaire et non alimentaire (médicaments, bois, agrocarburants), valeur récréative (écotourisme)
- Valeur d'option : pour un usage futur (rôle pharmaceutique, capital génétique)
- Valeur d'existence liée à la satisfaction et au bien-être que procure la biodiversité

La biodiversité au service de l'agriculture

En sciences et techniques agronomiques, dégager les applications visées en termes d'aménagement à l'échelle de l'agrosystème (raisonnement de l'assolement et de la rotation, association d'espèces, associations variétales, associations végétales, bandes enherbées, plantes banques ...) ou à une échelle plus large (territoire incluant les zones non productives ou non cultivées), utilisation d'espèces ou de races adaptées au milieu. La notion de biodiversité fonctionnelle est dégagée suite à cette étude.

3.2.2- Les services écosystémiques

Mots-clés : valeur écologique de la biodiversité

Les services écosystémiques sont liés au bon fonctionnement des écosystèmes : maintien de la qualité de l'eau (phénomène d'épuration), de l'air (puits de carbone), des sols (recyclage, *gestion de la fertilité*), régulateur climatique et hydrique, effet tampon (ex : atténuation des crues, prévention des avalanches, lutte contre la fermeture des paysages...), etc.

Objectif 3.3- Faut-il conserver la biodiversité ?

Mots clés : protection, restauration, réintroduction, renforcement

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.