



Organisation
des Nations Unies
pour l'éducation,
la science et la culture



Convention sur
la diversité
biologique



Kit
pédagogique
sur la
biodiversité

Volume 2

Activités





Kit
pédagogique
sur la
biodiversité

Volume 2

Activités

Publié en 2016 par l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture
7, place de Fontenoy, 75352 Paris 07 SP France

© UNESCO 2016

ISBN 978-92-3-200109-2



Œuvre publiée en libre accès sous la licence Attribution-ShareAlike 3.0 IGO (CC-BY-SA 3.0 IGO) (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/>). Les utilisateurs du contenu de la présente publication acceptent les termes d'utilisation de l'Archive ouverte de l'UNESCO (<http://fr.unesco.org/open-access/terms-use-ccbysa-fr>).

Les désignations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'UNESCO aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

Les idées et les opinions exprimées dans cette publication sont celles des auteurs ; elles ne reflètent pas nécessairement les points de vue de l'UNESCO et n'engagent en aucune façon l'Organisation.

Coordination de la publication et de l'édition : Salvatore Aricò

Supervision scientifique et technique : Bernard Combes (éducation et pédagogie), Victor Scarabino et Gilles Bœuf (biodiversité)

Rédaction : Hélène Gille

Recherche iconographique : Bárbara Avila et Marine Wong

Relecture en français : Comité Français du Programme sur l'Homme et la Biosphère (MAB) de l'UNESCO

Coordination administrative et partenariats : Nataša Lazić

Contrôle de qualité : David McDonald et Carl Vannetelbosch

Couverture et mise en pages : Mirian Querol et Marie Moncet

Composé et imprimé dans les ateliers de l'UNESCO

L'imprimeur a obtenu le label Imprim'Vert[®], initiative en faveur de l'environnement de l'industrie de l'imprimerie française

Imprimé en France

Table des matières

Avant-propos	4	1. Constituer des groupes de travail sur des thèmes divers liés à la biodiversité	42
Préface	5	2. Explorer la dimension sensorielle, liée au plaisir, et esthétique des services culturels à travers la thématique d'étude	43
Activité 1		3. Explorer les bienfaits spirituels des services culturels à travers une approche symbolique de la thématique	44
Premier inventaire de la biodiversité : des bestiaires et des herbiers	6	4. Explorer le patrimoine culturel immatériel issu des communautés agricoles locales	46
1. Introduire la taxonomie	6	5. Explorer la symbolique culturelle des plantes	47
2. Impulser la création de bestiaires et d'herbiers	7	6. Proposer une phase d'expression libre à partir de l'étude menée sur la thématique	48
3. Affiner les recherches et les outils en fonction des espèces	8		
4. Organiser la présentation des herbiers et bestiaires obtenus	10		
Activité 2		Activité 9	
Grand schéma illustré du tissu du vivant	11	Tableau de l'agro-diversité, une usine de production durable ?	49
1. Expliquer l'image de la biodiversité comme le tissu du vivant	11	1. Lister les produits alimentaires d'origine végétale et animale collectés, récoltés et consommés sur place	49
2. Poser les bases d'un grand schéma pyramidal du tissu du vivant	11	2. Identifier le lieu et la périodicité de la production et constituer un calendrier de la saison des produits	51
3. Elaborer la pyramide du vivant dans le détail de bas en haut	13	3. Qualifier le mode de production des aliments et son impact sur l'écosystème et la biodiversité	53
4. Repérer dans la pyramide le flux des énergies	16	4. Evaluer au final l'état des services d'approvisionnement en nourriture des écosystèmes de la région	55
Activité 3		Activité 10	
Qui habite où ?	17	Scénarios divergents à partir des services de soutien et de régulation	56
1. Objectifs et résumé	17	1. Poser les bases d'un premier scénario décrivant le maintien des services de soutien et de régulation à partir de conditions favorables	56
2. Déroulement	17	2. Mettre en valeur le rôle fonctionnel des champignons dans les services écosystémiques au cœur du scénario	58
Activité 4		3. Elaborer un second scénario décrivant la dégradation des services de soutien et de régulation à partir du déclin des champignons	60
Cadre d'une mise en scène de l'espèce dans sa niche	20	4. Rapprocher les deux scénarios et en tirer certaines conclusions	61
1. Aborder le concept de niche écologique	20		
2. Illustrer en images la niche écologique d'une espèce	21	Activité 11	
3. Préparer le récit animé	22	Dialogue et mobilisation autour de l'agriculture durable	62
4. Faire vivre l'espèce dans sa niche écologique	25	1. Amorcer la discussion autour des différents aspects de la conservation en agriculture	62
Activité 5		2. Se concentrer sur la conservation de la biodiversité locale	63
Le planisphère des biomes	26	3. Faire le lien entre conservation de la biodiversité et pratique agricole améliorée	65
1. Introduire la notion de biome	26	4. Aborder la gestion de l'agriculture durable et de la biodiversité par les instances politiques	66
2. Apprendre à repérer les grands biomes terrestres et à les situer	27	5. Faire le point sur les mesures concrètes soutenant l'agro-biodiversité et les initiatives en matière d'agriculture durable	67
3. Mettre en valeur la répartition des biomes et sa relation à la biodiversité	28	Activité 11 bis	69
Activité 6		Dialogue et mobilisation autour de l'élevage durable	69
La fresque des terroirs	30	Activité 11 ter	71
1. Introduire la relation au paysage local	30	Dialogue et mobilisation autour de la sylviculture durable	71
2. Expliciter la notion de terroir	31		
3. Visiter le terroir et apprendre à le « lire »	32	Activité 12	
4. Restituer la découverte du terroir à travers une fresque	33	Jardin d'école, jardin bio-divers	73
5. Comprendre les conséquences de l'abandon des terroirs et d'un paysage dégradé	34	1. Déterminer l'emplacement du jardin d'école et évaluer les conditions du terrain	73
Activité 7		2. Procéder à un enrichissement du sol en prévision des cultures	74
Le jeu des espèces, des services et des produits	35	3. Introduire des plantes ligneuses sur la parcelle	75
1. Identifier les services directs fournis par les écosystèmes aux populations	35	4. Etablir les cultures dans le jardin	76
2. Enchaîner avec les services de régulation et de soutien	38	5. S'appuyer sur les organismes auxiliaires dans la lutte contre les organismes nuisibles	78
3. Elaborer un code couleur et un code de pictogrammes des services écologiques	39	6. Veiller à la protection et à la conservation des pollinisateurs sauvages	79
4. Situer la biodiversité à la source et à la base des services écosystémiques	40		
5. Mettre en valeur la relation espèces-services-produits par le jeu des pictogrammes	41		
Activité 8			
Carnet d'étude de la nature inspiratrice	42		

Avant-propos

Le *Kit pédagogique UNESCO-CDB sur la biodiversité* a pour objet de démontrer que la biodiversité est l'essence de la vie, qu'elle fournit des produits essentiels tels que denrées alimentaires, fibres textiles et matériaux de construction, qu'elle entretient des services écosystémiques comme la fertilité des sols et qu'elle constitue le fondement de sociétés, de cultures et de religions. À partir de textes et d'illustrations, le kit définit une méthode pratique pour aider les élèves et les enseignants du secondaire à comprendre les multiples dimensions et les processus complexes liés à la biodiversité, grâce à des parcours d'apprentissage et des activités pratiques innovantes. Il présente également la situation de la biodiversité et explique en quoi celle-ci peut être affectée par certains comportements, attitudes et modes de consommation. Comme l'éducation est essentielle à une utilisation durable et équitable de la biodiversité et à sa conservation, nous espérons que les enseignants et leurs élèves trouveront dans ce kit pédagogique une ressource intéressante et très utile aux apprenants pour approfondir leur connaissance de la biodiversité et prendre conscience que sa conservation est vitale pour l'avenir de notre planète.

Ce kit pédagogique est une contribution à la Décennie des Nations Unies pour la diversité biologique (2011–2020). Il soutient les principaux objectifs du programme d'action sur la communication, l'éducation et la sensibilisation du public de la Convention sur la diversité biologique (CDB), auquel l'UNESCO a activement contribué pendant 15 ans, et du Programme d'action global pour l'Éducation en vue du développement durable, coordonné par l'UNESCO. Il a été testé dans des établissements d'enseignement secondaire appartenant au Réseau du système des écoles associées de l'UNESCO (réSEAU).

Le kit a été élaborée dans le cadre d'une initiative conjointe des Secteurs de l'éducation et des sciences exactes et naturelles de l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO), en coopération avec la CDB.

Nous adressons nos plus sincères remerciements au secrétariat de la CDB, au Gouvernement du Japon, au centre UNESCO Etxea, à Beraca, et au Comité national français du MAB, qui ont contribué par leurs ressources à l'élaboration de ce kit pédagogique dans le cadre de leur soutien à l'UNESCO.

Flavia Schlegel
Sous-Directrice générale
pour les sciences exactes et naturelles



Qian Tang
Sous-Directeur général
pour l'éducation



Préface

Va prendre tes leçons dans la nature, c'est là qu'est notre futur.

Léonard de Vinci

Ce kit pédagogique est le résultat du travail conjoint d'experts de différentes disciplines, telles que l'éducation, la pédagogie, les sciences biologiques, l'écologie, les langues, la diversité culturelle... Tout au long de ce projet, nous avons essayé de privilégier l'interdisciplinarité car, par définition, la diversité biologique – problématique centrale de ce manuel – traverse tous les secteurs de notre société. Cette diversité biologique nous parle du passé – l'évolution de la vie sur la terre –, du présent – la contribution de la biodiversité au bien-être humain – et du futur – le besoin urgent de la conserver car elle subit une érosion et une perte à tous les niveaux (local, régional et global) partout dans le monde.

Pourquoi un kit pédagogique sur la biodiversité? Car l'interface entre les sciences de la biodiversité tels que les résultats des Perspectives mondiales de la diversité biologique (PMDB) et du travail de la Plate-forme intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES) doivent être portés à l'attention de tous, au-delà des seuls décideurs. En effet, le futur de la biodiversité dépendra de l'action collective globale d'une société éduquée, avec notamment une obligation morale de valoriser les connaissances traditionnelles et autochtones sur la biodiversité.

L'UNESCO a développé ce manuel en étroite collaboration, à la fois, avec le Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique et le Réseau des écoles associées de l'UNESCO (réSEAU). Nous souhaitons que ce kit, disponible en accès libre dès sa publication et en trois langues (français, anglais et espagnol), serve de référence pour que la notion de biodiversité, souvent considérée comme difficile à appréhender, puisse finalement être comprise et appliquée dans toute son essence, simplicité et puissance d'impact sur nos vies et la durabilité de notre planète. En fin de compte, la biodiversité, au-delà de représenter une photographie de l'évolution naturelle de la vie sur terre et dans les océans, n'est rien d'autre que le résultat de notre interaction avec la nature qui nous entoure. Si nous menons des vies qui reflètent les objectifs du développement durable, nous pourrions continuer de bénéficier de la biodiversité et de ses services écosystémiques: la sécurité alimentaire et l'accès à l'eau; l'apport d'énergies renouvelables et de composants de nos habitats; la contribution à notre santé et bien-être; la protection contre les désastres naturels; et la régulation du climat.

Premier inventaire de la biodiversité : des bestiaires et des herbiers

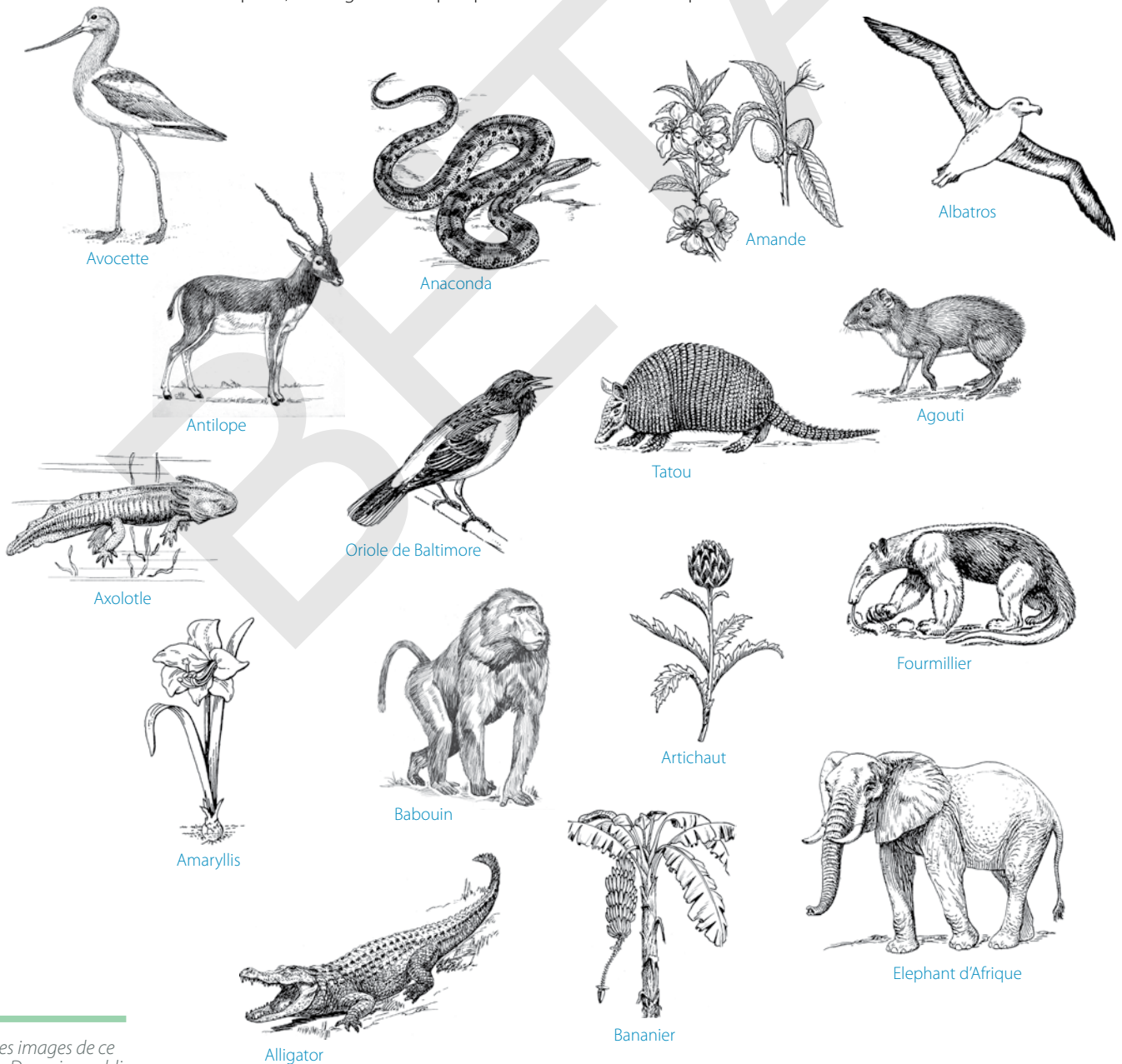
1. Introduire la taxonomie

Au tout début de l'activité, l'enseignant explique à la classe que nous partageons notre planète avec des millions d'espèces. Leur diversité est foisonnante : diversité des espèces mais également des individus, des organismes, des formes, sans oublier la diversité des relations que ces espèces entretiennent entre elles et avec leur milieu.

C'est ce canevas de relations qui façonnent les habitats naturels et les paysages qui nous entourent.

L'homme en tant qu'espèce appartient à la biodiversité du tissu du vivant et, comme toute espèce, vit grâce à elle.

Sur ce point, l'enseignant indique que d'autres activités sont prévues.



Il précise ensuite que nous sommes face à un double paradoxe :

1. Nous utilisons quotidiennement la biodiversité et pourtant nous ne la connaissons que partiellement.
 2. Alors qu'il existe un nombre fabuleux d'espèces estimé entre 5 et 30 millions, dont la majeure partie est inconnue à ce jour mais présente potentiellement d'intéressantes qualités et caractéristiques, celles-ci disparaissent à un rythme aujourd'hui accéléré sans que nous ayons eu une chance de les connaître...
- L'enseignant propose alors d'apporter un éclairage sur la connaissance scientifique en matière de biodiversité. Il présente brièvement la taxonomie dans le contexte de la classification traditionnelle des espèces tout en indiquant comment elle a pu être améliorée ces dernières décennies.
 - Ensuite, il schématise la classification héritée de Linné permettant une répartition des êtres vivants en 6 règnes : bactéries, archées, protistes, champignons, végétaux et animaux puis illustre à travers des exemples la manière dont les organismes sont rangés dans des groupes allant du règne à l'espèce.

Exemple : le lion

Règne : animal ; Embranchement : cordés ; Classe : mammifère ; Ordre : carnivores ; Famille : félidés ; Genre : Panthera ; Espèce : Panthera leo.

- L'enseignant montre ensuite que la hiérarchie de taxons ou d'unités conceptuelles établis d'un groupe à l'autre permet de regrouper les organismes vivants en indiquant le niveau de parentés entre les espèces.

Exemple :

Tous les cordés ont, à un stade de leur vie, un axe squelettique primordial, une corde dorsale. Tous les « Panthera » rugissent.

- Il poursuit en expliquant le rôle important du nom scientifique auquel on parvient, distinguant chaque espèce. En étant précis, ce nom permet d'identifier, de nommer, d'isoler chaque espèce, et la classification, en identifiant l'espèce permet de la situer, de savoir où elle se place dans le tissu du vivant et comment elle se relie, « s'articule » avec les autres espèces.

La classification, et en particulier l'inventaire des espèces, ce que l'on appelle la systématique est à la fois un aspect de la biodiversité et un outil-clé de sa compréhension permettant d'appréhender plus largement les écosystèmes, la biosphère, leurs fonctions et interactions.

- A ce stade, l'enseignant explique que la biodiversité n'est que partiellement connue des scientifiques avec 1,7 millions d'espèces répertoriées sur une estimation plausible de 10 à 30 millions. Une énorme partie du puzzle est donc encore dans l'ombre, même si l'on a pu mettre en évidence des estimations importantes :

Il existerait parmi les espèces encore inconnues, une proportion extrêmement dominante d'invertébrés (en particulier des insectes et des arachnides) et de micro-organismes (protistes, algues unicellulaires, champignons, bactéries, virus).

2. Impulser la création de bestiaires et d'herbiers

A ce stade, l'enseignant encourage très fortement les élèves à réaliser des herbiers ou des bestiaires en mettant en valeur la notion d'espèces.

Il explique que l'espèce est un concept pratique, intéressant qui permet un niveau de distinction des organismes en les identifiant précisément d'après leurs caractéristiques physiques, morphologiques, anatomiques et physiologiques.

La consigne est donc de mettre en avant les caractéristiques propres à certaines familles d'espèces (on ne peut pas toutes les approcher) puis, parmi ces familles, celles qui sont propres à certaines espèces en particulier... durant l'élaboration d'herbiers et de bestiaires (interprétés), et de mettre ainsi en valeur les disparités d'une famille à l'autre puis entre les espèces.

- La classe est divisée en groupes qui vont s'intéresser aux espèces accessibles de l'environnement local : souvent de grandes espèces, les vertébrés chez les animaux et les plantes terrestres. Plus largement, on peut citer les animaux domestiques, les arbres de la région, les plantes à fleurs (angiospermes) issues de la flore sauvage, les plantes comestibles, les insectes.

Si la classe se trouve dans une région côtière, un groupe peut choisir les mollusques (gastéropodes, bivalves).

3. Affiner les recherches et les outils en fonction des espèces

Grâce à l'utilisation de divers moyens d'enregistrement en fonction des possibilités de l'école comme la photographie, le croquis, la peinture, la collecte d'échantillons, de débris ; au moyen de collages, de séchages, de planches tactiles ; par l'observation des animaux sur le vif ou d'après documents, par l'étude du dessin anatomique, les élèves réalisent leurs herbiers ou leurs bestiaires en relevant les caractéristiques des familles puis des espèces.

Exemple :

Pour les canidés, l'observation des chiens domestiques, l'étude sur documents de dingos, de chacals, de loups, l'enregistrement des attitudes de jeu, de soumission (pour les chiens), de défense (babines retroussées) permet de mettre en évidence le corps souple et agile des canidés, leurs membres allongés facilitant le déplacement, leurs mâchoires carnassières dotées de dents pointues...

De la même façon, il sera intéressant de noter les caractéristiques qui font des caprinés d'agiles grimpeurs.

- Dans les régions de forêts tempérées ou boréales, sur les conseils d'un pisteur, un groupe d'élèves peut tenter la technique de l'affût afin d'espérer surprendre des espèces sauvages et les observer dans leur milieu naturel. Les mustélidés par exemple.

Si l'on est chanceux, on pourra apercevoir un animal, dessiner les museaux allongés et les corps fuselés de ces bêtes fouisseuses ; distinguer le corps plus trapu, en forme de coin des blaireaux habitués à sonder de spacieuses galeries, celui plus fin, cylindrique et souple des belettes et des hermines habituées à s'immiscer et à surprendre leur proie par derrière. Puis d'après documents on observera la loutre, dans un tout autre milieu, avec ses détails hydrodynamiques facilitant la nage subaquatique, un prédateur redoutable de la famille des mustélidés.

- Le registre du symbolique est également utilisé par les élèves ; ainsi le bestiaire illustre et intègre l'aura de l'hermine, prédateur craint et respecté revêtant un pelage immaculé l'hiver, ce qui lui confère souvent une dimension de pureté dans de nombreuses cultures occidentales. Nombre d'icônes et de portraits de rois, d'empereurs et de personnages de haut rang les montrent revêtus ou parés d'hermine.

Pour les plantes à fleurs, il s'agit de distinguer d'abord leur appartenance à l'une des 2 classes traditionnelles, soit aux monocotylédones (les plantes dont les graines germent avec une seule feuille initiale comme l'iris sauvage, l'orchidée, le bananier), soit aux dicotylédones dont les graines germent avec deux feuilles initiales et qui regroupent de très nombreuses familles, des Rosacées aux Fabacées, Astéracées, Crucifères.

Les monocotylédones sont aisément reconnaissables ; elles ont des feuilles en rubans aux nervures parallèles.

L'enseignant profite de cette distinction entre les deux classes de végétaux pour préciser que les monocotylédones constituent une évolution importante du règne végétal issue de la variabilité génétique d'une plante dicotylédone. Il poursuit en revenant sur la hiérarchie fixe de taxons dans la classification traditionnelle en indiquant qu'elle est délaissée par une classification plus récente fondée sur l'idée d'évolution et la notion d'ascendance commune. Toutes les espèces seraient le résultat de spéciations, c'est-à-dire de divergences, de variabilités confirmées dans le processus évolutif d'espèces qui les ont précédées.

Les herbiers déclinent les formes, la morphologie des plantes selon les familles (ainsi les fruits des Fabacées sont tous des gousses, de l'acacia au haricot, et leurs feuilles sont toutes composées), la structure anatomique des organes. Certaines familles de plantes, du fait de leur stratégie d'adaptation au climat, à la sécheresse par exemple, se réduisent à des tiges où elles stockent l'eau comme certaines familles de plantes, comme les cactées. D'autres développent des feuilles épaisses, charnues, dites « succulentes », qui retiennent l'eau comme les euphorbes... d'autres poussent en rosettes ou en coussinets qui les protègent du vent glacial en montagne comme les crassulacées (la joubarbe par exemple) ou les saxifrages.

Les herboristes se réfèrent à une réelle diversité de couleurs et de formes pour décrire les fleurs. On retrouve les mêmes éléments ou organes floraux : carpelles, étamines, pétales et sépales disposés autour d'un axe central pour une grande variété d'inflorescences à l'intérieur des familles et d'une espèce à l'autre : des fleurs en épis, en grappes, en capitules, une fleur unique épanouie se balançant au bout d'un pédoncule.

Au-delà des différences d'inflorescences, les élèves découvrent une construction similaire des éléments floraux au sein des fleurs de même famille, comme pour les Fabacées (construction des pétales), les Liliacées (la clochette du muguet rappelle la cloche de la tulipe) et bien d'autres exemples... Autant de fleurs diverses, adaptées à un degré de luminosité, à un taux d'ensoleillement, à un mode de pollinisation et de reproduction particulier.

Les herbiers sont peints ou coloriés (au crayon de couleur, au crayon gras) selon les moyens, la couleur fuse ici et là, en aplats monochromes pour les larges corolles, en touches allongées pour les épis, en tracés maîtrisés pour les grappes et les capitules.

Au sein d'une même famille de fleurs aux corolles déployées et aisément observables comme les renonculacées dans l'hémisphère nord, il est intéressant de pointer les disparités entre espèces par les détails plastiques comme la gamme et la densité des couleurs, la grosseur et la forme des pétales selon les espèces: montagnardes (anémones, ancolies), aquatiques (populage), horticoles (clématites)...



Pissenlit



Bleuet



Aconite



Aulne



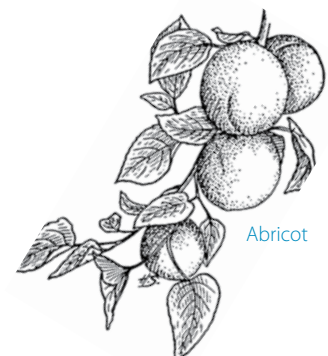
Acacia



Allysum



Alfalfa



Abricot

4. Organiser la présentation des herbiers et bestiaires obtenus

Dans la dernière phase de l'activité, les groupes présentent à la classe leurs bestiaires ou leurs herbiers constitués, en prenant soin de situer les espèces étudiées dans la classification, par leur appartenance à un embranchement, une classe, un ordre et une famille.

S'il est bien sûr important de souligner les caractéristiques et les disparités à travers les différences de formes, de tailles et de modes de vie illustrées par les carnets et les planches, l'idée est aussi de rattacher toutes les espèces au même tissu du vivant.

Elles partagent toutes les mêmes fonctions vitales qui les maintiennent en vie et les inscrivent dans la toile du vivant : la respiration, la libération d'énergie à partir de l'absorption des nutriments et le rejet des déchets, la croissance, la locomotion et la reproduction.

Un aspect de la présentation des groupes consiste à s'interroger sur la manière dont les espèces trouvent la matière première nécessaire à leur énergie et leur croissance (par l'absorption de nourriture ou l'absorption de lumière solaire grâce à la photosynthèse), régulent leur flux d'énergie par la respiration ou l'évapotranspiration, et se reproduisent.

Comment les espèces assurent-elles individuellement ces fonctions d'alimentation, de respiration et de reproduction ?

Au cours des présentations, les élèves s'interrogent sur les espèces présentées :

Quel est le régime alimentaire des espèces animales ? Par quels organes les plantes réalisent-elles la photosynthèse nécessaire à la fabrication de glucose ? La photosynthèse n'est-elle opérée que par les plantes terrestres ? Quelles espèces respirent à l'aide de poumons ? Par des trachées ? Des branchies ? Quel est le rôle exact des stomates chez les végétaux ? Quels échanges gazeux permettent-ils ? Les plantes rejettent-elles des déchets ? Les stomates, en permettant la respiration, ne stimulent-ils pas également une forme d'alimentation par prélèvement d'éléments nutritifs dans le sol ? Comment les plantes présentées se reproduisent-elles ? Qui est leur agent pollinisateur ? Quel type de fruits portent-elles ? Comment disséminent-elles leurs graines ? Ont-elles là encore recours à un agent disséminateur ?...



Eglantine



Dent de chien



Décurrent



Décussé



Pissentlit

Grand schéma illustré du tissu du vivant

1. Expliquer l'image de la biodiversité comme le tissu du vivant

Dans un premier temps, l'enseignant(e) utilise et illustre l'image du tissu du vivant.

- Il/Elle résume :

La biodiversité recouvre toutes les formes de vie, celles des êtres vivants de leurs organes à leurs organismes, celle des habitats naturels ; elle se manifeste à tous les niveaux de fonctionnement du vivant, dans les systèmes que sont les gènes, les espèces, les écosystèmes, les biomes.

Surtout, elle recouvre l'ensemble des relations et des interactions qui lient ces unités du vivant entre elles. La biodiversité, c'est le tissu vivant de la planète !

On peut comprendre cette image à travers la plus fondamentale des fonctions qui maintient en vie toutes les unités du vivant et qui est le flux d'énergie à partir de la nourriture.

Dans un même espace, les êtres vivants en présence ne sont pas indépendants les uns des autres. Ils forment entre eux de véritables réseaux constitués de nœuds et de mailles où chaque nœud d'un réseau correspond à une espèce et inclut les espèces qui lui sont liées, et où chaque maille entre les 2 nœuds d'un réseau est une interaction mangeur/mangé.

Celle-ci correspond à un flux de matière organique allant du mangé au mangeur.

Comme beaucoup d'espèces consomment plusieurs types d'aliments, elles s'intègrent dans plusieurs chaînes alimentaires et l'on comprend bien l'idée de réseaux trophiques.

L'enseignant(e) conclut :

C'est grâce aux chaînes alimentaires et aux réseaux trophiques entre espèces que la matière et l'énergie nécessaires à chaque être vivant peuvent circuler et le complexe dynamique que constitue l'écosystème se maintenir en place.



Hirondelle



Blatte



Cèdre



Crapaud



Coyote



Ver de terre

2. Poser les bases d'un grand schéma pyramidal du tissu du vivant

- Suite à cette première phase d'éclaircissement, l'enseignant(e) invite la classe à se lancer dans l'élaboration d'un grand schéma illustré du tissu du vivant.
- Il/Elle précise que la biodiversité a pu être ainsi représentée sous la forme de réseaux trophiques participant au fonctionnement des écosystèmes ; les figures se sont apparentées à des toiles d'araignée, à des cercles traversés de lacs de flèches reliant les espèces situés en périphérie, à des schémas simplifiés montrant la multiplicité des connexions entre espèces, à des pyramides des énergies figurant les différentes espèces

en fonction de leur niveau trophique, celle-ci se réduisant vers le haut, vers les grands consommateurs, avec l'énergie perdue en même temps qu'elle est transmise.

- L'enseignant(e) propose alors à la classe d'opter pour un grand schéma pyramidal du tissu du vivant indiquant à la fois le maillage de la biodiversité et le chemin suivi par la nourriture et le transfert d'énergie.
- On utilise un grand pan de papier vertical qui est fixé solidement au mur. Il est important de prévoir des pans de papier latéraux pour élaborer certains développements complémentaires. Au préalable, les élèves réfléchissent aux chaînes alimentaires qui relient les espèces dominantes de leur environnement ; ils ont pu les aborder par groupes dans l'activité précédente.
- Ils identifient ensuite les diverses chaînes alimentaires qui comptent en général moins de six espèces, en essayant d'être le plus précis possible.

Exemples :

Dans les régions de montagnes tempérées :

Renouée vivipare (graines) (*Polygonum viviparum*) → *Campagnol des neiges* (*Chionomys nivalis*) →

Hermine (*Mustela erminea*) → *Aigle royal* (*Aquila chrysaetos*)

Dans les régions de steppes herbacées d'Amérique du sud :

Fétuque (*Festuca orthophylla*) → *Criollo argentin* (*Bos taurus*) → *Etre humain* (*Homo sapiens*)

- Une fois les chaînes alimentaires identifiées, un certain nombre d'élèves volontaires s'entraînent à dessiner les espèces afin de les reporter par la suite dans le grand schéma pyramidal.
- Si l'on décide de représenter les espèces figurant à chaque nœud des réseaux par des photos, ou d'alterner entre dessins et photos, d'autres élèves s'occupent de rassembler la documentation préalable.
- On pose les principes de lecture :

Les liens entre espèces servant de nourriture à d'autres espèces sont représentés par des flèches. Les flèches vont dans le sens du transfert de matière et non dans le sens de la prédation.

Exemple :

Renouée → *campagnol* → *hermine* → *aigle*



Chinchilla



Plan de canneberge



Vipère



Aigle



Papillon



Bandicoot

3. Elaborer la pyramide du vivant dans le détail de bas en haut

- Avant de représenter, à la base de la pyramide, le premier niveau trophique constitué par les « producteurs » que sont les végétaux, l'enseignant(e) indique qu'il existe une catégorie fonctionnelle d'êtres vivants que l'on ne peut pas vraiment classer dans les réseaux trophiques tant ils interviennent à plusieurs niveaux de la chaîne du vivant : ce sont les décomposeurs, organismes et micro-organismes présents dans le sol, les eaux, la litière sous les arbres, les détritiques, les fosses septiques, près des cadavres ou des excréments et qui transforment la matière organique morte en composés minéraux.
- Les décomposeurs jouent un rôle essentiel dans le flux de matière et d'énergie du vivant et se situent partout dans la biosphère où des restes de matière organique sont à décomposer.
- L'enseignant(e) guide alors la classe :

Les décomposeurs étant peu localisables, ils ne sont pas intégrés précisément dans les chaînes alimentaires mais doivent apparaître à plusieurs niveaux du schéma pyramidal du vivant. On peut faire le choix de les signaler dans un encadré séparé à la base de la pyramide ou dans des encadrés et des loupes disposés latéralement.

Les décomposeurs étant majoritairement constitués de micro-organismes et d'invertébrés, cette diversité foisonnante est souvent cachée ou invisible à l'œil nu. Dans l'encadré séparé, à la base de la pyramide, les élèves font figurer indifféremment des représentations ou photos rassemblées, découpées ou extraites d'Internet, de décomposeurs de la litière. Il peut s'agir de détritivores parmi les invertébrés du sol : fourmis, iules, vers de terre, mille pattes, cloportes (de la famille des crustacés), larves de diptères... ou de micro-organismes décomposeurs présents dans le sol : champignons unicellulaires ou levures comme les ascomycètes, mycorhizes, bactéries type *acidianus* ou *acetobacter*, algues unicellulaires du genre *Chlamydomonas* dont on peut indiquer qu'elles sont utilisées pour la production de biocarburants...

- Au-dessus de l'encadré séparé, les élèves représentent la base de la pyramide du vivant, par le niveau trophique des végétaux ou « producteurs ».
- Les élèves mettent en valeur l'étonnante diversité de ces espèces, en privilégiant des parties différentes des végétaux : plantes aux feuilles en rubans, larges feuilles plates, plantes herbacées, graines, fruits, cônes, fleurs, tiges... selon qu'elles constituent le met de prédilection des espèces du niveau trophique supérieur.

Ils n'oublient pas certains exemples d'organismes producteurs parmi les plantes aquatiques de leur environnement comme les algues microscopiques qui forment le phytoplancton.

- L'enseignant(e) revient brièvement sur le terme de « producteurs » :

Grâce à la force de « suction », créé par la perte d'eau par évapotranspiration, les plantes telles des pompes, prélèvent l'eau et les éléments nutritifs vitaux dans le sol.

Cependant, elles assurent leur propre processus de croissance, fabriquent leur propre nourriture par photosynthèse :

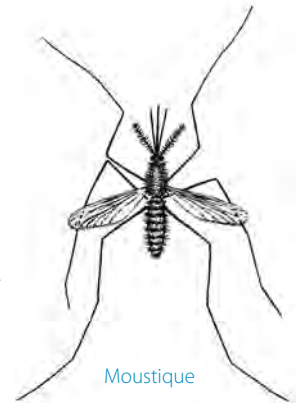
Elles se servent directement de l'énergie du soleil pour transformer l'eau et le dioxyde de carbone contenu dans leurs feuilles en glucose. Une fois le glucose fabriqué par photosynthèse, les plantes l'utilisent comme source d'énergie et, toujours par transformation chimique, le convertissent en cellulose, en amidon (graines), en matière végétale alors utilisable par d'autres êtres vivants. Elles sont donc doublement productrices : de leur propre nourriture ainsi que de matière et d'énergie à la disposition des autres.



Faux-bourdon



Pluvier



Moustique

- Les élèves enchaînent avec les consommateurs primaires se nourrissant de végétaux, à savoir les espèces phytophages qui ont besoin d'une source d'énergie biochimique issue de matière végétale.

Ils sont faciles à identifier ; leur nourriture est très répandue.

- Les élèves sélectionnent les herbivores en fonction des spécificités de leur régime alimentaire et illustrent les adaptations morphologiques correspondantes.

Exemples :

Selon les latitudes, zèbres et girafes, bisons des plaines, chamois et bouquetins des versants sont des brouteurs d'herbe et de pousses. Leurs organes digestifs sont adaptés pour maximiser l'apport d'une nourriture ingérée en grande quantité mais peu nutritive.

Le régime alimentaire des granivores, riche en amidon, requiert également des adaptations morphologiques ou anatomiques de certains organes comme un bec puissant chez le casse-noix moucheté (*Nucifraga caryocatactes*) ou le verdier d'Europe (*Carduelis chloris*), des mandibules développées chez les fourmis granivores (*Messor barbarus*).

- Les animaux granivores, en transportant, dévorant, éliminant voire déglutissant les graines participent à leur dissémination.

Les élèves font apparaître les fonctions écologiques liées au régime alimentaire des herbivores dans des développements parallèles au schéma, sur les panneaux latéraux.

Exemple :

L'agouti doré (Dasyprocta leporina), un rongeur fructivore des forêts tropicales humides dévore les drupes de l'Aquaje (Mauritia flexuosa), puis casse les noyaux pour manger les graines favorisant la dissémination de la plante dont il prélève les fruits parfois abusivement sur certains spécimens...

- Quel que soit l'environnement naturel de la classe, pour tous les schémas du vivant représentés, il ne faut pas oublier les consommateurs primaires se nourrissant de végétaux aquatiques : les larves d'insectes comme les moustiques, et les crustacés planctoniques.

- Au niveau trophique suivant, il est plus difficile pour la classe d'identifier si un prédateur est du type consommateur secondaire ou tertiaire.

Un animal carnivore recherchant une source d'énergie issue de matières animales peut se nourrir d'un animal herbivore ; ainsi une grenouille peut manger des sauterelles qui se nourrissent de plantes. A ce titre, la grenouille est un consommateur secondaire.

Par comparaison, une couleuvre qui se nourrit de grenouilles mangeant des sauterelles qui elle-même se nourrissent de plantes est un consommateur tertiaire.

- Les élèves ajoutent de nouvelles flèches lorsque les prédateurs se révèlent appartenir à plusieurs types de consommateurs en même temps.

Ainsi, l'ours brun (*Ursus arctos arctos*), omnivore, mange aussi bien des baies, des racines, des pousses que des poissons, des papillons nocturnes ou des rongeurs alors que l'ours polaire (*Ursus maritimus*) est un carnivore exclusif se nourrissant de poissons et de phoques dont le phoque marbré (*Puda hispida*), lui-même avide de morues arctiques et de crustacés planctoniques.

- Elèves et professeurs tentent d'éclaircir la notion de super-prédateur.

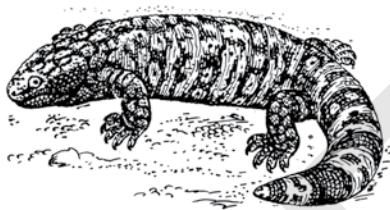
Ainsi la distinction précédente au sujet des espèces d'ours identifiant l'ours brun comme un omnivore, ne contredit pas sa position au sommet de la pyramide alimentaire, en cela qu'une fois adulte, il n'est la proie d'aucune autre espèce animale et ne peut donc être consommé qu'après sa mort par des décomposeurs.

- Les élèves identifient alors les super-prédateurs de leur environnement qu'ils situent au sommet de la pyramide.
- Ils mettent en valeur leur utilité à travers des chaînes alimentaires appropriées, en soulignant leur rôle crucial dans la régulation de populations d'espèces potentiellement nuisibles.

Exemples :

Le crocodile du Nil (Crocodylus niloticus) contribue en de nombreuses régions d'Afrique à la régulation de populations de poissons chats tels le bagre ocellé (Auchenoglanis occidentalis) ou d'espèces de cichlides. Le hibou moyen-duc (Asio otus) en Europe agit sur la pullulation des campagnols terrestres et des mulots.

- Les élèves n'oublient pas d'ajouter les carnivores aquatiques qui choisissent leurs proies parmi d'autres animaux aquatiques qu'ils s'agissent des hérons mangeant les barbottes en milieux lacustres ou certains super-prédateurs du milieu marin comme les baleines qui, lorsqu'elles meurent, jouent un rôle post-mortem considérable dans le maintien de la biodiversité marine et l'essaimage des espèces profondes.
- Au final, le schéma illustré du tissu du vivant foisonne d'espèces ; les flèches qui représentent les mailles des réseaux sont très distinctement tracées et abondent.



Monstre de Gila



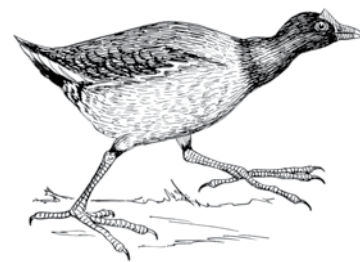
Calao



Oryx



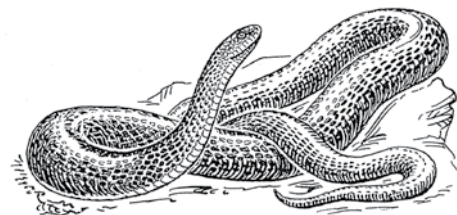
Gekko



Poule d'eau



Genette



Serpent noir

4. Repérer dans la pyramide le flux des énergies

- Pour finir, l'enseignant(e) demande à la classe de se concentrer sur la réduction de la pyramide du vivant vers le haut.

A la base, les producteurs sont nombreux.

Au sommet, les consommateurs tertiaires ou les super-prédateurs sont peu nombreux et ne renferment qu'une petite quantité d'énergie.

- L'enseignant explique que le schéma illustré du tissu du vivant permet d'évoquer une pyramide des énergies.

Le flux d'énergie correspond aux quantités d'énergie qui circulent à travers l'écosystème.

Ce que la pyramide montre, c'est qu'à chaque étape d'un niveau trophique ou d'une chaîne alimentaire, il y a autant d'énergie perdue que transmise.

- L'enseignant(e) se sert des exemples illustrés dans le schéma :

Quand un prédateur aquatique (type phoque) assimile de nombreux individus dans un banc de poissons (maquereaux), l'énergie captée sous forme de nourriture n'est plus disponible.

Elle est perdue, ne peut être réutilisée.

En écologie, on utilise le schéma d'une pyramide des énergies pour représenter l'énergie entrante au niveau trophique (pour accroître la masse des organismes) et l'énergie perdue ou dégradée (à travers la matière assimilée, la matière non consommée dans les restes, la perte de chaleur par la respiration cellulaire ou la digestion).

- L'enseignant précise que l'énergie perdue est constamment remplacée dans un écosystème par l'énergie immobilisée dans les restes des organismes qui viennent de mourir.

En décomposant la matière morte, les décomposeurs, vers de terre, champignons, bactéries, libèrent et recyclent ses éléments nutritifs et, simultanément, réamorcent sans cesse le flux d'énergie et de matière qui va ensuite circuler à travers tous les organismes du tissu du vivant.

- Sur les panneaux latéraux, les élèves rappellent le rôle constant des décomposeurs :

Par exemple au niveau trophique des super-prédateurs, la décomposition de leurs cadavres suppose la présence de nécrophages, une catégorie de décomposeurs « spécialisés » dans les cadavres, comme le vautour fauve (*Gyps fulvus*), le vautour charognard (*Necrosyrtes monachus*) ou certaines espèces de fourmis selon les régions...

Ces espèces, dont les organismes sont adaptés pour avaler d'importantes quantités de bactéries saprophytes, sont des « fossoyeurs » de l'écosystème qui travaillent avec ces mêmes bactéries à la décomposition de la matière morte.

La vie est donc liée à la mort dans notre biosphère...



Douce-amère



Myrtille



Colibri



Marrube



Butor

Qui habite où ?

1. Objectifs et résumé

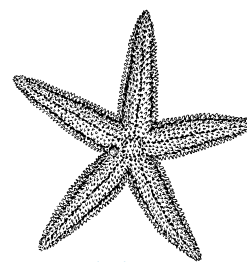
Le formateur guide le groupe d'élèves dans les étapes d'une première activité visant à mettre en relation les plantes, les animaux et les micro-organismes d'une communauté d'espèces avec leurs habitats respectifs dans l'écosystème.

Il peut s'inspirer des exemples développés ci-dessous, relatifs aux régions tempérée et aride. L'objectif est d'entraîner le groupe à l'extérieur, à la découverte de la biodiversité locale et de réaliser une activité en rapport avec son propre environnement.

Dans cette optique, le formateur détermine une zone de l'environnement local, représentative de l'écosystème. La classe (formateur et élèves) procède à l'étude approfondie de cette zone : repérage du milieu, des habitats, inventaire des espèces présentes.

De retour en classe, le groupe met en forme cet inventaire dans une représentation photographique ou dessinée et coloriée de la zone choisie.

Pour commencer, un fond de paysage représentant le milieu non vivant de la zone choisie (relief, espace, sol, éléments climatiques) ; ensuite, le dessin détaillé (ou des photos collées) de la zone choisie intégrant les espèces dans leurs habitats.



Etoile de mer



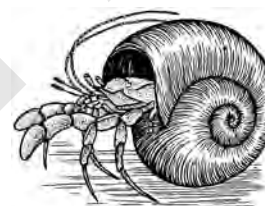
Corail



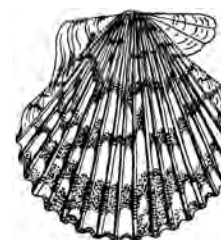
Polypes



Anemone



Bernard-l'hermite



Coquillage

2. Déroulement

- Il est préférable que la zone choisie, représentative de l'écosystème sans être trop étendue, présente des aspects différenciés.

Exemples :

- Dans une zone de bocage des régions tempérées, il peut s'agir d'un milieu fermé (forêt, sous-bois) et d'un milieu ouvert (prairies, champs) ;
- En région aride, on peut délimiter une zone de désert sableux ou rocheux en périphérie d'une mare ou d'une guelta ;
- Dans un paysage karstique, on peut étudier un plateau calcaire sec surplombant une vallée fluviale.

- Une fois sur place, face à la zone déterminée, le formateur encourage le groupe d'élèves à prendre du recul, à rechercher un point de vue sur le site choisi, qu'il soit distant ou surplombant.
- Le groupe se lance dans une série de croquis afin de saisir la structure physique du paysage constituée d'éléments linéaires et plans.

Comment le paysage est-il construit par le relief ? Quelle localisation de la zone choisie ? Est-elle exposée à l'ensoleillement ? Où est le Nord ? Le Sud ? Quelle présence de l'eau ? Quelle est la nature minérale du sol (calcaire, siliceux) ? Sa texture (sableuse, limoneuse, argileuse) ?

- Sur ces différents points, l'enseignant(e) peut avoir recours aux indications et aux conseils de personnes ressources dans la région, qu'il s'agisse de professionnel(le)s de l'agriculture, de l'environnement, de la forêt, ...
- De retour en classe, le groupe dessine un fond de paysage à partir des esquisses réalisées sur un grand pan de papier déployé horizontalement.

Le fond de paysage indique les grandes lignes du relief, la division de l'espace en éléments plans, la présence de l'eau, les points cardinaux, la nature et la texture du sol.

- Dans un second temps, la classe arpente à nouveau la zone choisie et réalise un inventaire des espèces qui composent la biocénose.
- On repère les espèces dominantes des différentes parties.

Exemple :

Dans la forêt des régions tempérées européennes, selon les terrains, de nombreuses espèces d'arbres de la famille des Fagacées : Le chêne pédonculé (Quercus robur), le chêne liège (Quercus suber) qui ne pousse bien que dans les zones siliceuses, le hêtre (Fagus sylvatica) qui pousse plutôt en moyenne altitude et préfère les sols bruns et les éboulis siliceux, le châtaigner (Castanea savita) autre arbre majestueux qui craint les sols calcaires, à l'opposé du chêne pubescent (Quercus pubescens) qui est l'arbre des causses calcaires par excellence.

- Pour les espèces animales moins visibles, le groupe mène des études plus précises qui s'apparentent à de petites enquêtes.

En sous-bois, il est plutôt rare d'apercevoir un mammifère qu'il s'agisse d'un lapin, d'un chevreuil ou d'un rongeur.

Des objets et des traces peuvent être matière à indices comme les plumes, les os, les déjections, les abris abandonnés, les traces olfactives, les fruits et cônes à moitié rongés, les feuilles trouées. Autant d'indices qui permettent de déterminer la présence d'un animal, son passage, son comportement, ses relations dans un milieu, et aident ainsi à en déterminer l'aire de vie.

- En relation avec les espèces identifiées, il est intéressant d'introduire certaines nuances dans la notion d'habitat. On peut parler de « micro-habitats » ou encore de stratification horizontale des habitats.

Ceci est par exemple identifiable en milieu fermé, à partir d'arbres, indépendamment de la richesse de la biodiversité dans l'écosystème considéré.

Exemple :

En forêt tempérée, on peut ainsi distinguer la faune du sol avec les escargots des bois, les cloportes et les mille-pattes parmi lesquels les iules, des insectes xylophages vivant au cœur de l'écorce du tronc comme les scolytes (dont on peut repérer les galeries), des insectes des feuilles comme les orchestes du hêtre ou du chêne qui attaquent les feuilles en les creusant de petits trous caractéristiques.

- Le formateur évite de présenter l'habitat comme un lieu isolé, délimité, mais bien comme une aire de vie où les organismes accomplissent diverses fonctions vitales d'alimentation, de reproduction, en se déplaçant en des points différents où ils interfèrent avec d'autres organismes afin d'accomplir ces fonctions. La notion d'habitat englobe l'existence de ces organismes et de ces aires fonctionnelles, nécessaires à la vie d'une espèce (zone de nourrissage, aire de repos, nid, terrier, aire de reproduction...).

- Les élèves repèrent les habitats dans leur dimension élargie, parfois imprécise, grâce aux indications du formateur :

Une espèce qui, dans une aire donnée, ne trouve plus les conditions de sa survie se déplace inmanquablement vers une nouvelle aire. Elle peut revenir vers l'aire précédente après quelques temps, et observer ainsi une grande mobilité à l'intérieur d'un vaste territoire.

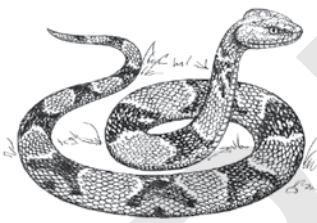
Les espèces ont des capacités différentes à se déplacer et, de ce fait, des habitats dont les dimensions sont variables.

En outre, certaines espèces sont inféodées à des conditions très particulières et localisées, alors que d'autres s'accrochent à des conditions très variées. Ces dernières sont dites « ubiquistes » comme certains papillons des régions tempérées dont le procris ou fadet commun (*Coenonympha pamphilus*) qui se nourrit de plantes diverses parmi les Poacées de différents sous-milieus.

- Ces informations seront retransmises par les élèves dans le contexte du fond de paysage, grâce par exemple, à la représentation récurrente d'une même espèce en différents points.
- De retour en classe, les élèves dressent un inventaire des espèces qu'ils ont pu repérer, qu'ils les aient vues ou simplement identifiées. Pour faciliter l'identification, le formateur a recours à de la documentation disponible (livres, photos, internet dans certains cas).

Dans une dernière étape, les élèves représentent les espèces dans leur habitat sur le fond de paysage. Ils réalisent soit des dessins détaillés, soit ils collent des photos des espèces en situation.

Ils prennent soin de détailler les espèces par le dessin et l'usage de la couleur ou complètent les photos si besoin et s'attachent également à représenter les habitats. Ils peuvent faire usage de fenêtres, de gros plans à l'intérieur du fond de paysage pour décrire les habitats à petite échelle.



Vipère cuivrée



Palmier dattier



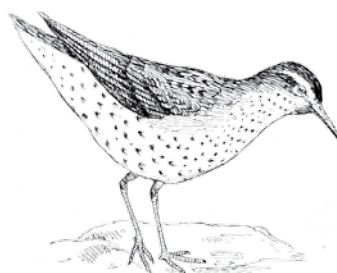
Chameau



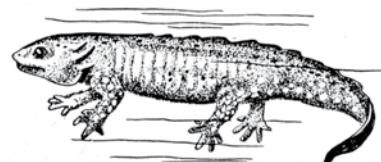
Cactus



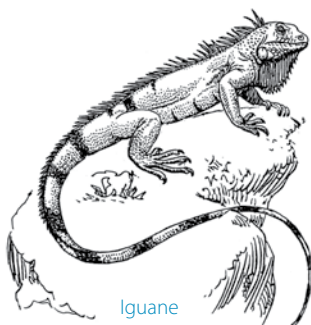
Dromadaire



Bécassine



Salamandre



Iguane

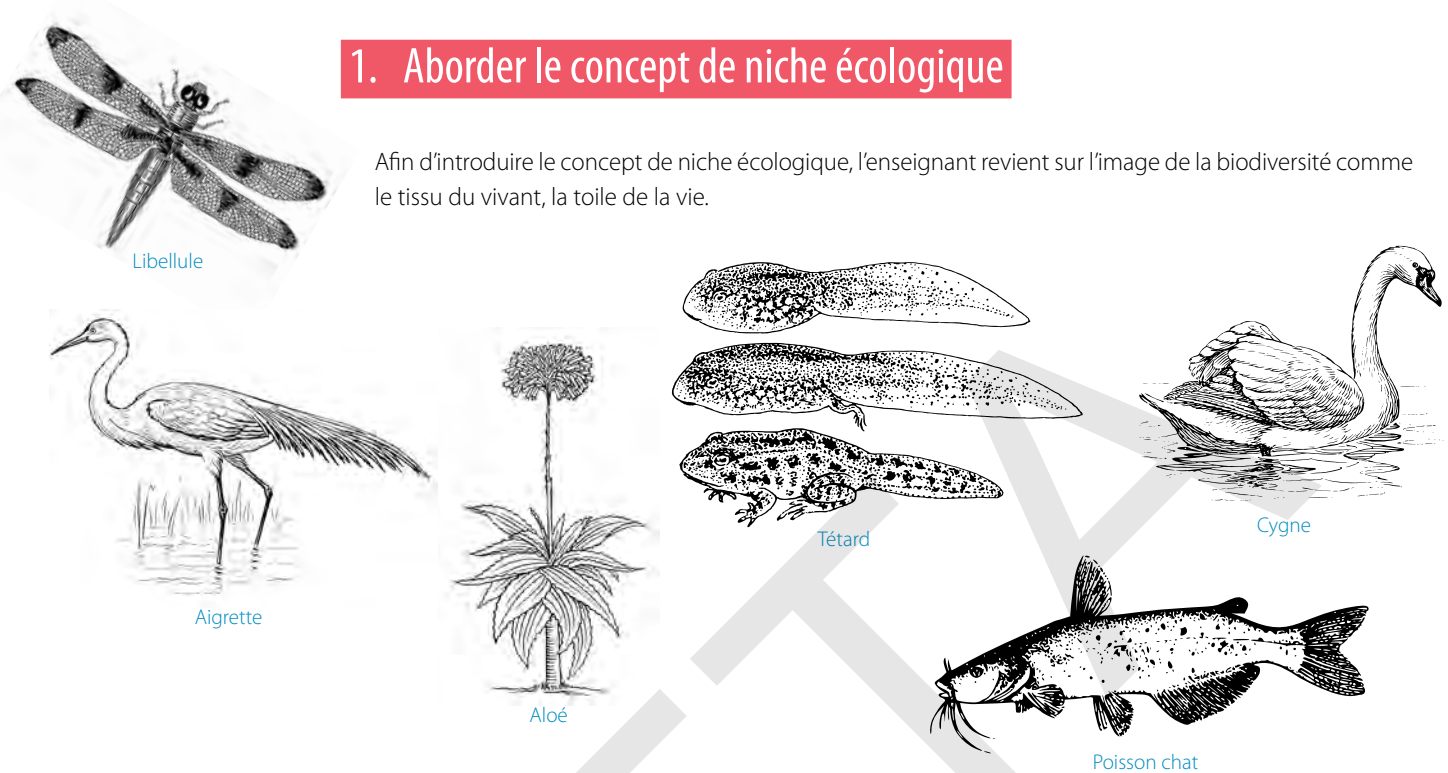


Cactus géant

Cadre d'une mise en scène de l'espèce dans sa niche

1. Aborder le concept de niche écologique

Afin d'introduire le concept de niche écologique, l'enseignant revient sur l'image de la biodiversité comme le tissu du vivant, la toile de la vie.



- Il poursuit :

Chaque nœud ou point du tissu représente une espèce et forme une maille avec d'autres espèces. Lorsqu'une maille du tissu ou – image encore plus parlante – du tricot « saute », cela ne signifie pas simplement qu'une espèce disparaît. Cela crée un « trou » et plus loin, une discontinuité, entre plusieurs mailles du tissu dans le réseau des interactions entre les différents éléments de la diversité biologique. Les mailles « chassent », le trou devient plus grand et la disparition de l'espèce a des conséquences sur l'ensemble du système.

Ainsi, quand une plante à fleurs disparaît d'un écosystème, cela influe sur les populations d'abeilles, de papillons, d'araignées ou de sauterelles qui s'en nourrissent puis sur les oiseaux qui se nourrissent de ces insectes ou de leurs larves et cela compromet les fonctions de pollinisation et de dissémination des graines accomplies par ces mêmes animaux.

Au sein de l'écosystème, chaque espèce a sa place, appelée « niche écologique ».

Par place, il faut entendre à la fois le lieu, l'espace occupé par l'espèce et le rôle joué par celle-ci. Le concept de niche écologique renvoie à une image active, dynamique.

- L'enseignant illustre son propos :

Il existe une relation étroite entre la morphologie des espèces, leur physiologie, et la niche qu'elles occupent : entre leurs caractéristiques physiques et l'espace où elles se trouvent et la fonction qu'elles y remplissent.

Exemples :

En altitude, beaucoup de plantes à fleurs (anémones, dryades, pavots, gentianes) déploient de larges corolles aux couleurs vives et chatoyantes « nourries » par la puissance des ultraviolets en haute altitude et par un fort taux d'ensoleillement. Les inflorescences des espèces de sous-bois sont souvent plus « modestes ». Ces fleurs d'altitude produisent de la biomasse là où elle se fait plus rare; elles ont développé des stratégies (leur couleur remarquable) qui attirent les insectes pollinisateurs des cimes. Autre exemple : les mustélidés. Ce sont des animaux fouisseurs du sol. Avec leur museau allongé ils peuvent retourner la terre et ainsi permettre son aération.

- L'enseignant résume :

Le concept de niche écologique se rapporte à l'espace occupé par une espèce : il fait autant référence aux ressources et aux conditions de l'espace en question qui permettent à l'espèce d'y vivre et de s'y reproduire qu'à l'impact de l'espèce, sur l'environnement, par son comportement alimentaire (prédation, dépendances alimentaires), de concurrence, de symbiose...

2. Illustrer en images la niche écologique d'une espèce

- A ce stade, l'enseignant explicite son analyse à travers un exemple précis.

Il a au préalable rassemblé une documentation détaillée (photos, dessins) :

Exemple :

Le saguaro (Carnegiea gigantea) est un cactusierge (à la forme de candélabre) de la famille des Cactées. C'est une espèce dominante de la brousse à cactus du désert de Sonora au Mexique. Sa niche écologique fait autant référence aux conditions climatiques qu'il y trouve : des températures élevées, parfois extrêmes au long de l'année, une aridité très importante, de faibles pluies occasionnelles, sachant qu'il préfère les pentes chaudes, orientées au Sud, car il ne survit pas à 24 heures de gelée (les nuits peuvent être très froides dans ce désert). Mais sa niche écologique renvoie aussi aux précieuses relations d'association végétale qu'il entretient avec des plantes compagnes qui vont lui permettre – par l'abri qu'elles génèrent – de germer, de s'installer et de se nourrir d'éléments nutritifs du sol – en plus de la photosynthèse réalisée par sa tige. L'ocotillo (Fouquieria splendens), les yuccas (Yucca brevifolia) font partie de ces plantes compagnes.

- Sur ces différents points, l'enseignant montre ou projette des illustrations pertinentes.

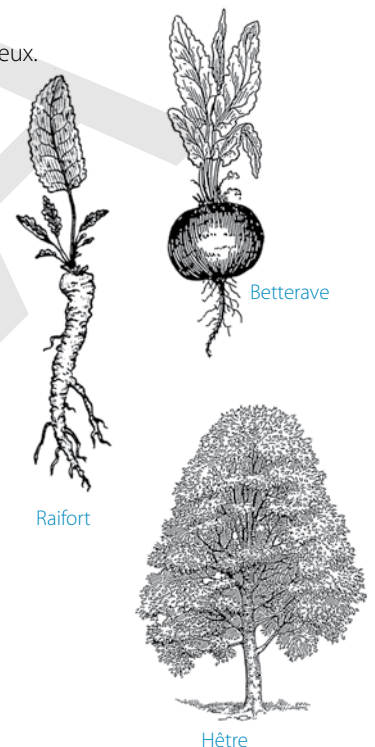
- Il poursuit, toujours en illustrant son propos :

- Le saguaro sert d'abri à de nombreuses espèces qui définissent également sa niche écologique ; ainsi abrite-t-il l'écureuil antilope d'Harris (*Amnospermophilus*), le pic flamboyant (*Colaptes auratus*) dont les trous sont réutilisés par de nombreuses petites chouettes : les chevêchettes (*Micrathene whitneyi*) qui se nourrissent également du saguaro. Tous ces animaux sont des commensaux du cactus ; du latin « co » : avec, et « mensa » : table, des compagnons de table.
- L'hôte qu'est le saguaro fournit abri et nourriture à ces animaux sans obtenir de contrepartie connue de la part de ses derniers, mais il continue à vivre et à évoluer sans que leur présence lui nuise. On parle de commensalisme.
- Parmi d'autres exemples d'interaction biologique impliquant le saguaro, l'enseignant peut citer une association à bénéfices mutuels ou symbiose avec le pic de Gila (*Melanerpes uropygialis*) qui mange les fruits du saguaro contenant de très nombreuses graines qu'il dissémine sans les digérer et concourt ainsi à la dispersion et à la conservation de l'espèce. On parle de zoochorie.

- Cette relation est importante car elle influe sur la dynamique de la végétation : elle permet aux peuplements de saguaro de se renforcer. Ceux-ci influent à leur tour sur la régulation de la sécheresse de l'air et, par extension, sur la régulation du climat local.
- L'enseignant souligne alors que dans le fonctionnement d'un écosystème, les interactions entre les différents êtres vivants (les facteurs biotiques) sont liées aux facteurs abiotiques (l'ensemble des facteurs physico-chimiques qui influencent la biocénose).
- Il précise que dans l'étude de la niche écologique du saguaro, on tient compte de l'impact de ces paramètres biologiques sur le milieu :
 - Il abrite et nourrit des chevêchettes qui, en tant que prédateurs, vont réguler des populations d'insectes qui pourraient devenir envahissantes et rompre certains équilibres écologiques de l'écosystème.
 - Alors que la matière vivante de sa tige persiste, ses aiguilles tombent à terre et attirent nombre de détritivores comme les fourmis et les termites qui décomposent la matière morte, participant au recyclage des nutriments dans le sol.

Le concept de niche écologique englobe des réseaux interconnectés entre eux.

- Il permet à l'enseignant d'inscrire le jeu des interactions entre espèces et la circulation de matière et d'énergie qu'elles engendrent dans un processus de mixage plus large entre les substances organiques et minérales absorbées par les êtres vivants. Ce recyclage d'éléments correspondant au flux et à la transformation des composés chimiques ou éléments majeurs (carbone, oxygène, azote, eau) qui maintiennent les conditions de vie au sein de la biosphère lors des grands cycles biogéochimiques.
- Grâce au concept de niche écologique abondamment illustré par l'enseignant, les élèves saisissent qu'une seule espèce, si petite soit-elle, joue un rôle dans le fonctionnement de la biosphère. Chaque maillon de la biodiversité compte dans le grand tissu du vivant.



3. Préparer le récit animé

Le concept permet à l'enseignant de présenter le monde vivant comme un enchevêtrement d'unités écologiques de la plus petite à la plus grande : de la niche écologique au biotope, à l'écosystème, au biome, à la biosphère toute entière.

L'élément que constitue l'espèce appartient à l'ensemble de ces unités.

- Dans l'enchaînement, chaque élève choisit une espèce qu'il situe dans un milieu ou biotope, puis dans un écosystème jusqu'au biome, présenté comme un grand paysage caractérisé : qu'il s'agisse de steppes ou prairies tempérées, de forêts boréales, de savanes tropicales, le biome est décrit comme un complexe d'écosystèmes.
- L'élève va alors préciser le cadre de vie de l'espèce qu'il a choisi pour tenter ensuite de décrire sa niche écologique à travers l'animation d'un récit.
- Pour cela chaque étape du récit est préparée préalablement et fait l'objet de recherches encadrées par l'enseignant :

Individuellement, les élèves commencent par cerner l'adaptation de leur espèce aux ressources et aux conditions physiques et climatiques de son milieu (qui sont parfois très rigoureuses).

On parle de lumière, d'espace (du macro au micro selon que l'espèce est un gnou, un orque, un bousier ou un champignon mycélien...), de sol, de rapport à l'eau, de températures, d'amplitude thermique, de précipitations, de saisons (cycle, saison des pluies, saison sèche), de microclimats...

- L'enseignant recadre l'étude de l'adaptation de l'espèce à son milieu. Il guide les recherches sur les adaptations anatomiques qui présupposent un patrimoine génétique et une longue adaptation au milieu au cours de l'évolution (cf. p. XX)

Exemple :

Les plantes des hauts sommets tapissent le sol. Elles présentent une architecture basse, plaquée au sol qui leur permettent de résister au froid et aux vents violents en altitude.

- Dans une dynamique continue de recherches et d'éclaircissements, on parle de concurrence entre espèces, de lutte acharnée pour l'existence ; c'est la plus adaptée, parfois la plus « armée » qui occupe telle niche écologique, qui en supporte les contraintes. La sélection naturelle est évoquée quand les conditions du milieu ont éliminé les espèces les moins bien adaptées.
- L'enseignant en profite pour évoquer les adaptations spécifiques de certains organismes à des milieux extrêmes.

Exemple :

Les phoques de Weddell (Leptonychotes weddelli) doivent, pour survivre en eau très profonde, résister au manque d'oxygène et à l'énorme pression de l'eau...

- Il invite les élèves à choisir des espèces dont les niches écologiques ont des amplitudes variées. Il introduit la spécificité de niche écologique « étroite » pour les espèces très spécialisées adaptées aux variations des facteurs écologiques propres à leur habitat.

Exemple :

Le desman ou rat trompette en Europe, un insectivore semi-aquatique qui recherche les cours d'eau libre de toute pollution anthropique, se nourrit le plus souvent de larves éphéméroptères sensibles à la moindre variation d'acidité ou de température de l'eau.

- Par opposition, il introduit le terme de « valence écologique » qui définit la possibilité pour une espèce de peupler des milieux différents.

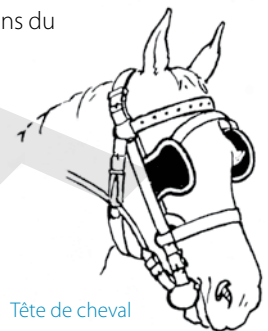
Une espèce à forte valence écologique ou à « niche écologique étendue » peut vivre dans des conditions environnementales diverses. Elle est capable de se développer dans des biotopes dont les facteurs écologiques peuvent subir d'importantes variations.

Exemples :

Parmi les papillons nocturnes européens, la noctuelle fiancée (Noctua pronuba) est commune à beaucoup de milieux fermés ou ouverts.

Parmi les poissons d'eau douce africains, on peut citer une espèce robuste de la famille des Cichlidés comme le tilapia (Tilapia nilotica).

- A ce stade, les élèves synthétisent les connaissances relatives à l'habitat de l'espèce qu'ils ont choisie.
- Cernant mieux cet habitat (dans ses ressources et ses conditions), grâce à une meilleure identification des besoins de l'espèce, ils en proposent chacun une représentation à travers une photo qu'ils peuvent réaliser (s'il s'agit d'un biotope issu de l'environnement proche) ou d'un dessin.



Tête de cheval



Cornes



Bec crochu

- Ils peuvent ensuite « enchâsser » leur photo ou leur dessin dans des photos ou dessins plus larges évoquant les unités écologiques de niveaux supérieurs, une manière opérante de mieux situer la niche écologique de l'espèce choisie.

Ce cadrage de l'habitat de l'espèce va servir de toile de fond aux élèves pour la présentation de leur récit par la suite.

- Mais la niche écologique traduit avant tout une relation fonctionnelle qui lie l'espèce à son écosystème. L'habitat et l'adaptation de l'espèce à celui-ci ne suffisent pas à la définir.
- Guidés par l'enseignant, les élèves cernent alors les conditions d'alimentation et de reproduction de l'espèce afin d'identifier les interactions qu'elle établit avec ses congénères.

Quelles proies pour les carnivores ? Les besoins « alimentaires » des plantes ? L'occupation de l'espace par l'espèce ? Son rythme temporel de reproduction ? Hiberne-t-elle ? Son activité est-elle diurne, nocturne ?

Avec qui entre-t-elle en compétition ?

Exemple :

En Europe par exemple, rossignol et rouge-gorge nichent et chassent à terre et sont concurrents.

Avec qui cohabitent-elles pacifiquement ?

Il suffit que deux espèces présentant des affinités écologiques aient des exigences différentes sur un seul point pour permettre une cohabitation pacifique...

Exemple :

Chamois et bouquetins de nombreux massifs cohabitent au même étage de végétation montagnarde car ils diffèrent légèrement dans leurs préférences alimentaires.

- L'enseignant en vient aux traits fonctionnels de certaines espèces, grâce auxquels elles remplissent des fonctions écologiques primordiales et participent au fonctionnement des écosystèmes.

Ces traits fonctionnels des espèces définissent de précieuses niches écologiques et services rendus dans le tissu du vivant dont les communautés humaines profitent largement :

Ainsi, la structure et la composition biochimique des feuilles et des racines de certaines plantes aident à la rétention des nitrates dans le sol. Les caractéristiques reproductives comme la masse et le nombre des graines aident à la production primaire (de biomasse).

- L'enseignant indique que le rôle de la biodiversité dans la fourniture de services de soutien ou de régulation des écosystèmes pour notre propre compte et celui de nos sociétés est de plus en plus évalué par les scientifiques et les décideurs politiques.
- En plus de sélectionner les espèces qui nous rendent de précieux services d'approvisionnement (en nourriture, en bois), il nous faut considérer les espèces qui permettent que cet approvisionnement ait lieu...
- L'enseignant signale alors les espèces « clés de voûte » des écosystèmes et de leurs communautés vivantes qui, en dépit parfois de leur biomasse réduite, « réalisent » pleinement leur niche écologique et exercent un rôle fonctionnel de premier plan dans l'écosystème ; des espèces qui, si elles venaient à disparaître, occasionneraient des changements spectaculaires dans l'écosystème.

Exemple :

L'étoile de mer est une espèce clé de voûte dans les écosystèmes côtiers. Elle limite l'abondance des espèces qu'elle consomme : oursins, moules et autres coquillages, qui n'ont que peu d'autres prédateurs. Si l'étoile de mer disparaissait de ces écosystèmes, la population de moules pourrait se développer de façon incontrôlable, et chasser la plupart des autres espèces, tandis que sur les côtes des mers tropicales la population d'oursins pourrait anéantir les récifs coralliens.

4. Faire vivre l'espèce dans sa niche écologique

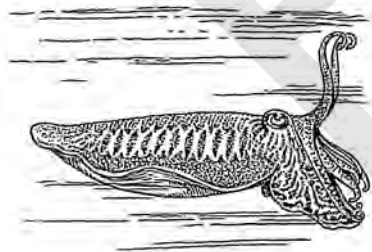
- Synthétisant l'ensemble des caractéristiques qui se rapportent à chacune des espèces choisies : ressources et conditions de leur milieu, qualités morphologiques, anatomiques et physiologiques, comportement et principales interactions biologiques, rôle, fonction, « profession » dans l'écosystème, les élèves se lancent dans l'animation de leur récit décrivant l'espèce dans sa niche écologique.
- Ils se positionnent à tour de rôle devant le cadrage photo (ou dessin) du milieu de vie de leur espèce qu'ils ont réalisé plus tôt. Cette illustration pose le contexte et le décor de leur mise en scène.
- Pour mieux se projeter en situation, l'élève peut choisir de personnifier l'espèce : « Je suis un jeune mélèze », « une couleuvre à collier », « une girafe femelle adulte »...

Il ne s'agit pas là de mime mais de personnification... pour mieux se laisser aller à imaginer tout en respectant le contenu d'informations et de connaissances à restituer.

Les récits sont vivants, chaque vie est une aventure dans la grande « fabrique » du vivant, chacun cherche à accomplir son rôle, certains plus modestes que d'autres mais nécessaires ; les récits font ressortir la concurrence végétale, la diversité des usages de l'environnement pratiqués par les espèces animales, la lutte de l'organisme pour « réaliser » sa niche, ses meilleures conditions de reproduction, l'évolution vers une fin inéluctable, absorbé par d'autres organismes, le retour constant de la vie et de nouveaux organismes.



Ammonite



Seiche



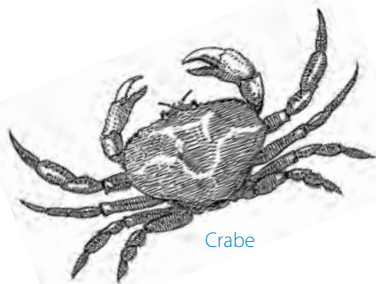
Raie manta



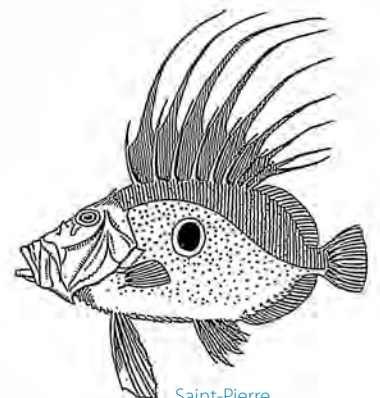
Anchois



Dauphin



Crabe



Saint-Pierre

Le planisphère des biomes

1. Introduire la notion de biome

Pour aborder de façon différente la diversité des écosystèmes, l'enseignant peut choisir de travailler sur l'identification des biomes (surtout terrestres) et la façon dont la communauté et la classe se relie à l'un d'entre eux à travers leur appartenance à un paysage local ou à un territoire.

- L'enseignant aborde la notion de biome en indiquant qu'il s'agit d'un ensemble d'écosystèmes imbriqués, formant un très vaste paysage marqué par une unité de caractère comme la savane tropicale, la toundra, la forêt boréale...

Il indique que ces biomes ont été désignés et caractérisés par les scientifiques en fonction de la végétation et des espèces animales qui y prédominent.

- Il rappelle ensuite que l'environnement local appartient à un écosystème qui lui-même se situe dans un biome.

L'appartenance à un biome peut paraître un peu abstraite car un biome tend à véhiculer l'image d'une grande formation végétale et de sa biocénose typique, alors qu'il est en fait constitué d'une mosaïque d'écosystèmes eux mêmes constitués d'une grande diversité de milieux, d'habitats naturels, de communautés et de populations d'espèces.

- L'enseignant apporte certains éclaircissements :

Ce sont les conditions abiotiques d'une aire biogéographique, essentiellement le climat et le sol, qui déterminent le type de biome (caractérisé par la végétation) auquel l'aire appartient.

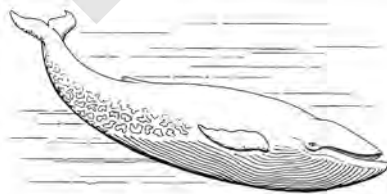
Renvoyant les élèves aux activités précédentes, il rappelle que climat et sol déterminent les conditions et les ressources d'un milieu et déterminent simultanément la composition de la biocénose du milieu puisque ne peuvent y vivre que des espèces adaptées à ces conditions.

Exemple :

Très concrètement le biome des steppes arides et déserts froids ne regroupent que des espèces végétales et animales adaptées à la rigueur du froid et à l'aridité.



Manchot



Baleine bleue



Iceberg



Phoque



Traineau et chiens de traîneau



Ours polaire

- Il précise ensuite :

Dans la détermination d'un biome s'ajoute aux conditions climatiques, une répartition zonale donnée par la latitude de l'aire biogéographique.

L'eau et la température sont deux facteurs fondamentaux pour déterminer un climat. Or, la répartition de ces deux facteurs est conditionnée, à l'échelle globale, par la rotation de la terre sur son axe et présente des variations selon la latitude.

Cette distribution transparaît dans des bandes de végétation homogènes.

Globalement, la diversité des espèces décroît depuis l'équateur jusqu'aux pôles, d'un point de vue végétal et animal. Le biome qui présente le plus de diversité biologique est celui des forêts tropicales humides.

- L'enseignant apporte alors une information complémentaire importante :

La division du monde vivant en grandes unités de paysage ou biomes façonnés par le climat, montre que les paysages associés à ces biomes se retrouvent dans leurs grandes caractéristiques en différents points de la planète...

Exemple :

On retrouve le biome de la forêt caducifoliée tempérée qui caractérise une grande partie de l'Europe dans les régions où l'humidité permet la croissance des grands arbres feuillus : ainsi le rencontre-t-on également dans l'est de la Chine et dans la majeure partie des Etats-Unis.

2. Apprendre à repérer les grands biomes terrestres et à les situer

Les élèves vont apprendre à localiser les grands biomes de la planète en les reportant sur un planisphère. Celui-ci est simplifié au maximum, reprend les contours des parties émergées de la surface terrestre ; il s'agit d'un fond de carte dessiné en grand format (décalqué) sur un pan de papier et occupant la première partie d'une fresque à réaliser en 2 temps.

(Pour la seconde partie de la fresque se reporter à l'activité suivante : 6. La fresque des terroirs).

Les parties émergées sont laissées en blanc.

On recense alors les principaux biomes, ce qui n'est pas chose très facile car ceux-ci font souvent l'objet de plusieurs appellations. Dans tous les cas, on peut en recenser 14 et tenter de simplifier leurs noms :

1. Forêts tropicales humides
2. Forêts tempérées caducifoliées
3. Forêts pluviales subtropicales et tempérées
4. Taïga ou forêts boréales
5. Forêts sclérophylles méditerranéennes
6. Prairies tempérées
7. Savanes, prairies et broussailles tropicales
8. Forêts tropicales sèches ou à feuilles caduques (forêts tropophiles)
9. Déserts et semi-déserts chauds
10. Déserts froids et steppes arides
11. Toundras et déserts polaires
12. Système mixte de montagnes et de hauts plateaux

On peut ajouter à ces biomes terrestres, deux biomes côtiers ou aquatiques :

13. Systèmes lacustres et fluviaux, un biome caractérisant les zones humides du Gabon ou la région des Grands Lacs canadiens.
14. Systèmes insulaires mixtes, un biome caractérisant les grandes îles de Sumatra, Java ou Bornéo, et les Caraïbes.

En s'aidant de cartes des biomes existantes et en consultant une mappemonde traditionnelle pour situer les régions, les élèves localisent spatialement les biomes sur le planisphère.

Les parties émergées ayant été laissées en blanc, les élèves représentent la répartition et l'étendue géographique des biomes, en les coloriant sur le planisphère (exemples : jaune clair pour les déserts chauds, orange pour le biome méditerranéen, brun clair pour les savanes, vert-bleu pour la taïga...).

L'enseignant explique que l'intérêt d'une répartition des milieux en biomes est de pouvoir étudier la biodiversité à l'échelle de la biosphère, en comparant des espèces différentes situées sur des continents différents, mais appartenant pourtant à un même biome.

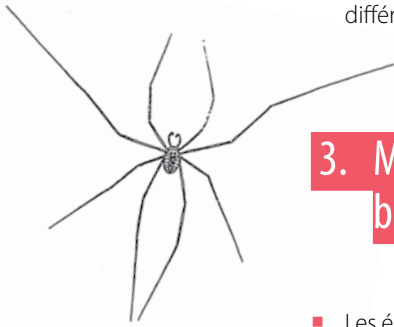
3. Mettre en valeur la répartition des biomes et sa relation à la biodiversité

- Les élèves identifient les espèces principales des biomes selon les continents et enrichissent le planisphère de leur représentation.

On met l'accent sur des espèces différentes selon les régions, voire parfois des espèces endémiques (lorsque celles-ci ont une aire de répartition limitée à une région donnée plus ou moins étendue).

- L'enseignant signale :

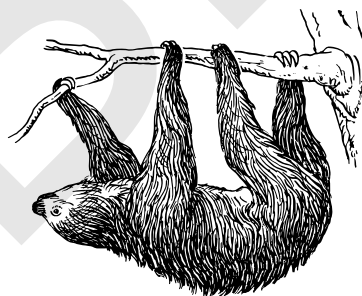
A l'intérieur de chaque région d'un même biome, les particularités climatiques et géologiques font apparaître des espèces végétales distinctes parmi lesquelles vivent et se développent des biocénoses diverses elles aussi.



Faucheux



Grenouille



Paresseux



Panda



Castor



Blaireau

Exemples :

Les forêts sclérophylles du bassin méditerranéen sont peuplées de chênes verts (Quercus ilex), accompagnés de leurs compagnons méridionaux typiques que sont le ciste et l'arbousier alors que les forêts sclérophylles du sud-ouest de l'Australie, appartenant elles aussi au biome méditerranéen sont plus claires et composées d'eucalyptus type jarrah (Eucalyptus marginata) communément accompagnés d'espèces de droséras (rosée du soleil) et de Banksia comme Banksia coccinea.

- On apprend à repérer les espèces végétales, à les dessiner en représentant leur architecture ou leur port, à en épurer les contours jusqu'à reporter leurs formes simplifiées sur le planisphère.

Les élèves peuvent également faire figurer les espèces animales les plus typiques de ces biomes selon les régions.

Au final, le planisphère des biomes rend compte une nouvelle fois de l'extraordinaire diversité des espèces composant le tissu du vivant et de la non moins extraordinaire diversité des écosystèmes constituant les biomes en des points éloignés et différents à la surface du globe.

- Les élèves qui le souhaitent peuvent compléter « le planisphère des biomes » par des « carnets de biomes » où ils rassemblent des photos représentant les différentes « expressions » d'un même biome selon les régions, ces photos donnant une idée de paysages proches dans leur formation et leur structure mais profondément diverses dans le détail de leur aspect.

La fresque des terroirs

1. Introduire la relation au paysage local

L'activité précédente (qui est conçue et peut être menée en lien avec cette activité) a permis aux élèves de découvrir de nombreux paysages du monde, révélant l'extraordinaire diversité des biomes et de leurs écosystèmes.

- Ils s'interrogent maintenant sur leur paysage local qui reflète leur contact le plus direct, le plus quotidien avec la nature et l'écosystème (par extension avec le biome dans lequel cet écosystème s'inscrit).

Avec l'appui de l'enseignant, la classe s'interroge :

Quels aspects de ce paysage, les élèves préfèrent-ils ?

Quels lieux plus précisément ?

Quelle relation entretiennent-ils avec le paysage local ?

- S'ils sont en milieu rural :

Une relation d'usage, de pratique à travers les déplacements quotidiens ? Les jeux ? Leur participation aux travaux des champs ? Aux récoltes ? A la chasse ?

- S'ils sont en milieu urbain :

Quand observent-ils le paysage naturel ? A quelles occasions ? Quand se sentent-ils dans la nature ? Quel paysage local selon eux reflète le mieux l'écosystème de leur région ? Le biome auquel cet écosystème appartient ?

- Elèves et professeur conviennent ensemble d'un aspect du paysage local entretenu, soigné, qu'ils souhaiteraient approcher. Ils se mettent d'accord sur une zone, un point du paysage à étudier, qui reflète cet aspect que l'on peut rapprocher du concept de « terroir » (l'enseignant trouvera ci-dessous une définition officielle proposée par l'UNESCO).

- L'enseignant donne quelques orientations :

Le paysage choisi doit refléter une relation pratique, d'usage entre les populations qui y vivent et le milieu naturel. L'idée, dans un premier temps, n'est pas de s'attacher aux représentations que l'on se fait du paysage ou aux fonctions récréatives, esthétiques, spirituelles qu'il remplit, mais plutôt de se concentrer prioritairement sur la relation de gestion, d'exploitation, de production que les hommes entretiennent localement avec le milieu naturel.

- Il poursuit en remontant le temps :

La disponibilité des ressources et les contraintes du milieu ont forgé nos usages de la nature. Nous nous sommes adaptés aux disponibilités des ressources et aux contraintes du milieu et nous avons développé des relations à la nature à travers nos usages de celle-ci.

Ces usages concernant la cueillette, la pêche, la chasse, l'agriculture, l'élevage ont été façonnés par les disponibilités et les contraintes de départ.

- Entretenant nos relations avec la nature, nous avons appris à adapter les ressources biologiques de notre environnement à nos besoins et, de fil en aiguille, nous avons modifié notre environnement en utilisant au mieux les ressources biologiques de celui-ci.

De cette union de la nature et de la culture sont nés les terroirs.

- Les terroirs sont importants car ils véhiculent une connaissance « fine » des milieux naturels et de leur biodiversité et traduisent l'équilibre et l'harmonie d'une relation d'adaptation puis de gestion également « fine » des milieux naturels.

2. Expliciter la notion de terroir

- L'enseignant explique la notion de terroir :

Les terroirs renferment plusieurs éléments et aspects : des aménagements paysagers en relation à des pratiques culturelles, à des pratiques d'élevage, à des pratiques souvent harmonieuses de gestion des ressources naturelles : vignobles, marais salants, palmeraie, terrasses, foggaras, arboriculture...

Les terroirs véhiculent également des connaissances approfondies des espèces et des milieux, des savoir-faire, des gestes appris, des matériaux, des artisanats, des goûts, des saveurs, des senteurs...

- L'enseignant rappelle que l'UNESCO et l'Association Terroirs et Cultures ont proposé une définition du « terroir » dans la charte des terroirs :

« Un espace géographique délimité défini à partir d'une communauté humaine qui construit au cours de son histoire un ensemble de traits culturels distinctifs, de savoirs, et de pratiques fondés sur un système d'interactions entre le milieu naturel et les facteurs humains. Les savoir-faire mis en jeu révèlent une originalité, confèrent une typicité et permettent une reconnaissance pour les produits ou services originaires de cet espace et donc pour les hommes qui y vivent. Les terroirs sont des espaces vivants et innovants qui ne peuvent être assimilés à la seule tradition ».

- A partir de la documentation rassemblée, l'enseignant montre aux élèves des photos ou des représentations de terroirs différents.
- Il s'attache à montrer le caractère homogène du terroir entre les ressources (du milieu et de la biocénose) et les productions (les pratiques culturelles, agricoles, forestières, les savoir-faire, les outils, les produits de toutes sortes).
- Il aide les élèves à saisir à quel point les aménagements paysagers que sont les terroirs, des sortes de « modèles » de paysage, confèrent à ceux qui les réalisent une identité culturelle dont les paysages sont par la suite porteurs.

C'est la relation à la nature, à la biodiversité, qui définit, qui enrichit l'identité culturelle.



Poisson archer



Bas relief



Barrage



Petit duc



Edelweiss

3. Visiter le terroir et apprendre à le « lire »

- Avant d'organiser la visite du terroir choisi, l'enseignant fait appel aux détenteurs du savoir local ; selon les cas, il peut s'agir d'agriculteurs, d'éleveurs, de viticulteurs, de bergers, de maraîchers, de pisteurs, de chasseurs, de pêcheurs, de forestiers, d'ostréiculteurs, de paludiers, de maîtres de l'eau...
- Ensemble ils organisent les points clés de la visite :

Lors de celle-ci, les élèves mènent l'enquête. Ils examinent en détail la dimension avant tout « écologique » du terroir. L'objectif est de les amener à mesurer à quel point le terroir traduit une compréhension avancée de la diversité des milieux et des espèces.

Exemples :

- Selon les régions du monde, l'édification des terrasses (cultures en terrasses) traduit une connaissance spécifique des reliefs ; les formes des terrasses traduisent la déclivité de la pente et le rapprochement des courbes de niveau... Ainsi certaines terrasses sont des gradins, d'autres des « tabias »...
- Les cultures en terrasses dans les Andes où elles sont extrêmement diversifiées, reposent sur l'appréciation des micro-climats en fonction des étages et sur la connaissance approfondie des niches écologiques des espèces. Quelles espèces peuvent se combiner ? Quelle espèce en exclut d'autres ? Quelle amélioration génétique apportée à certaines semences en fonction du niveau d'altitude ?
- Ainsi des centaines de sous-espèces sont sélectionnées à partir de grandes espèces maraîchères que sont la pomme de terre, le haricot et la tomate...
- Par leurs productions diversifiées et sélectionnées (notamment à partir d'espèces locales et sauvages) et leur mise en valeur de 15 niveaux d'écosystèmes différents, les terrasses andines constituent un laboratoire agronomique apprécié et valorisé dans le monde entier.

- D'autre part, l'équipe enseignante « renforcée » met en valeur d'autres aspects du terroir.

Exemples :

- Au Costa Rica, certains terroirs définis par des pratiques sylvo-pastorales reposent sur l'entretien et l'amélioration des pâturages à partir d'une gestion croisée des herbacées, des espèces d'arbustes fourragers, du maintien d'espèces constituant des clôtures vivantes, et des races bovines, dans des écosystèmes aux équilibres souvent fragiles.
- Au Portugal, les systèmes agraires ancestraux de cultures champêtres parsemées de chênes lièges, pour ombrager la croissance, des céréales sont encore perpétrés par endroits et améliorés.
- Les oasis et palmeraies traditionnelles reposent sur un approvisionnement en eau limité mais régulier, associé à la chaleur et à l'ensoleillement ; Les « foggaras » algériennes, les « khettaras » au Maroc, les « qanat » en Iran, permettent l'adduction d'eau vers les terrains irrigués grâce à un système de drainage reposant sur la gravité et adapté aux réserves aquifères. Ces systèmes sont également entretenus et améliorés. Concernant les pratiques culturelles oasiennes, le palmier, souvent le palmier dattier (*Phoenix dactylifera*) mais également d'autres espèces de la même famille, constitue le maillon végétal central des cultures, fournissant en plus des produits qu'il génère, ombre et protection aux cultures des sous-strates, des agrumes aux céréales, tout en « filtrant » suffisamment de lumière.

- Sur place, les élèves se concentrent sur l'adéquation des aménagements aux milieux naturels, réalisent des reportages photos, des croquis, prennent des notes et enrichissent leur documentation grâce aux informations et aux conseils avisés des personnes-ressources.
- Ils étendent ensuite leurs recherches à la transcription d'aspects liés non plus simplement à la gestion des milieux naturels mais à des aspects culturels distinctifs des terroirs. Ces traits se rapportent souvent à l'habitat, à la gastronomie et relèvent également de l'étonnante adéquation écologique et « biologique » entre la population d'un terroir et son milieu.
- Les produits des récoltes, par exemple, donnent ainsi lieu à une grande diversité de produits dérivés ou transformés et, par extension, à une diversité des goûts et des saveurs.

Exemple :

- Le seul palmier-dattier (*Phoenix dactylifera*) produit des dattes fraîches, des dattes fermentées, des dattes séchées, des dattes en confiture, des dattes sous forme de confiseries, du vinaigre extrait de dattes fermentées, des graines de palmiers torréfiées pour un substitut de café, du vin de palme, de l'huile de palme...

- Les plantes cultivées donnent lieu à d'autres usages que simplement agricoles.

Exemple :

On retrouve des parties du palmier-dattier exploitées pour leurs caractéristiques spécifiques dans les habitats traditionnels africains et l'artisanat : les rachis de palmes juxtaposées laissent circuler l'air librement et maintiennent une fraîcheur à l'intérieur des maisons.

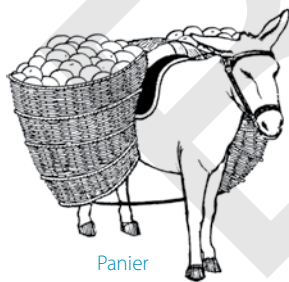
On les retrouve dans les parois des abris touaregs, dans les meubles, les auvents, les corbeilles et paniers et autres articles de vannerie, sous formes de chaumes assemblés pour les toits des cases au Sénégal, en Mauritanie.

Le bois du stipe donne un bois dur, imputrescible, résistant aux termites, surtout le palmier rônier (*Borassus aethiopicum*). Son usage est précieux pour confectionner les chevrons, les charpentes, les montants de portes...

4. Restituer la découverte du terroir à travers une fresque

- De retour en classe, les élèves restituent l'ensemble de leur recherche sur de grands panneaux, en fait les panneaux prévus en complément du « planisphère des biomes » réalisé précédemment, de manière à constituer une vaste fresque autour du paysage.
- Les élèves se répartissent le travail :

Dans un premier panneau, ils illustrent les aménagements paysagers des terroirs et mettent l'accent sur leur pertinence écologique. Dans le second panneau, ils montrent et décrivent les productions et produits dérivés des terroirs. L'ensemble produit au final une fresque variée.



Panier



Mûres



Amphore



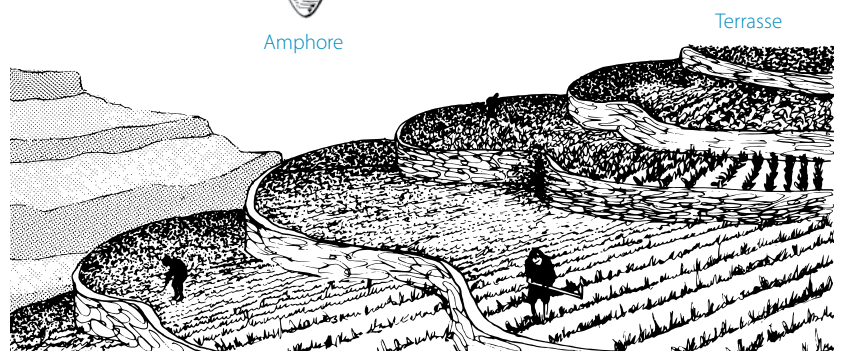
Fagot



Blé



Carotte



Terrasse

- L'enseignant signale alors que les paysages constituent une diversité proprement inclassable, diversité biologique, diversité culturelle associée.

Si le paysage est patrimoine naturel et patrimoine culturel, il est avant tout patrimoine vivant, à l'opposé d'un patrimoine figé.

Car le paysage est vivant, constamment en devenir, pour deux raisons fondamentales :

1. Il est la résultante de l'action conjointe du monde vivant (animal, végétal, fongique, micro-organique), du milieu abiotique et de l'action des sociétés humaines.

A ce titre, la nature n'est jamais acquise ; cela a été largement démontré à travers l'impact (pour nous) des catastrophes naturelles.

2. Les humains d'autre part, au fil de leurs découvertes du monde vivant et des innovations scientifiques et technologiques peuvent constamment enrichir et développer leur interaction avec la nature dans le cadre des terroirs. Ces innovations (dans des domaines différents, de la conservation des espèces à la gestion des énergies, à l'hydrologie...) sont injectées, distillées dans les pratiques de gestion et, en modelant nos usages, impriment leur marque à la nature.

Elles peuvent aussi transformer et améliorer des modes de vie sur de grands territoires (communautés bédouines nomades au Moyen-Orient, éleveurs de rennes de la taïga sibérienne...).

En résumé, notre lien tissé avec le paysage est en constante évolution. On peut dire qu'il est révélateur et simultanément, porteur et moteur, de notre relation à la vie et à la biodiversité ;

Il est à ce titre essentiel pour chaque être humain que nous sommes. Comment gardons-nous contact avec ce lien ? C'est une autre question (cf. Activité suivante pp ; XX)...

5. Comprendre les conséquences de l'abandon des terroirs et d'un paysage dégradé

- Pour finir, l'enseignant attire l'attention des élèves sur de nombreux points de l'environnement où le paysage n'est pas entretenu.

Il fait une distinction entre un paysage vierge, souvent délaissé où terrains vagues et friches sont des lieux de « respiration » du vivant et où l'écosystème naturel se reconstitue en périphérie ou au cœur des villes et un paysage dégradé, en perte de définition, banalisé, souvent marqué par une réduction du paysage productif agricole, zone périurbaine, zone rurale construite, où l'on grignote les zones naturelles et mite le territoire par des constructions neuves, par l'extension de modèles techniques sans lien avec les territoires.

- Lors d'une sortie de repérage, il montre aux élèves l'impact de la multiplication des infrastructures, le découpage du territoire par les routes et les voies de passage, l'impact de l'uniformisation des matériaux, leur non-dégradabilité et les pollutions qu'ils entraînent, l'introduction massive de modèles urbains loin des villes, le manque d'attention dans l'aménagement du paysage.
- Il souligne à quel point cette relation au paysage est dommageable à la fois pour la diversité biologique (beaucoup d'espèces ne survivent pas, ou mal, parquées dans des îlots ou dans des habitats fragmentés ou pollués) et pour la diversité culturelle qui nous est propre, nous ne nous reconnaissons plus dans ces paysages.



Alysson



Ophioglosse

Le jeu des espèces, des services et des produits

1. Identifier les services directs fournis par les écosystèmes aux populations

- Dans un premier temps, l'enseignant revient sur le rôle joué par les écosystèmes dans l'existence et le bien être des êtres humains et de la communauté locale.

Il rappelle que depuis que nous édifions nos sociétés, nous comptons sur la « mise à disposition » de ressources naturelles dont nous profitons largement. A l'heure où les systèmes naturels fournissant ces ressources montrent des signes d'épuisement (dégradation des sols, diminution des réserves d'eau douce, augmentation de la pollution – surplus, lessivage de matières azotées – perturbation du climat), il est urgent de mieux cerner et identifier le bien commun obtenu de la nature et la manière dont nous l'obtenons.

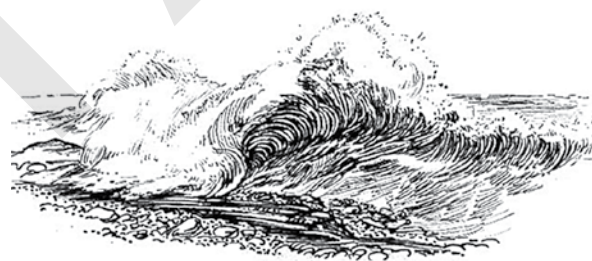
Que sommes-nous en train de perdre ? De menacer ? Sur quels systèmes nous reposons-nous sans toujours les comprendre et en mesurer l'importance ?

- L'enseignant précise que l'on peut appréhender les écosystèmes comme des unités fournissant des services aux populations. Cela permet de mieux connaître et d'analyser les processus naturels (ressources – milieu – mécanismes producteurs) sur lesquels les communautés s'appuient pour élaborer leurs sociétés sans toujours les considérer.

Il rappelle le rôle joué par un rapport fondamental, innovant, des Nations Unies (*l'Evaluation des Ecosystèmes pour le Millénaire – Millenium Ecosystem Assessment*) dans la définition de 4 sortes de services.



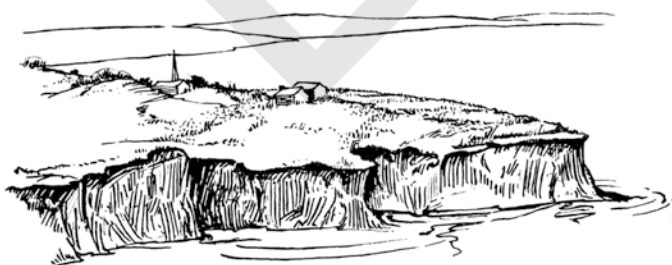
Banquise



Brisant



Gorge



Promontoire



Glacier



Fjord

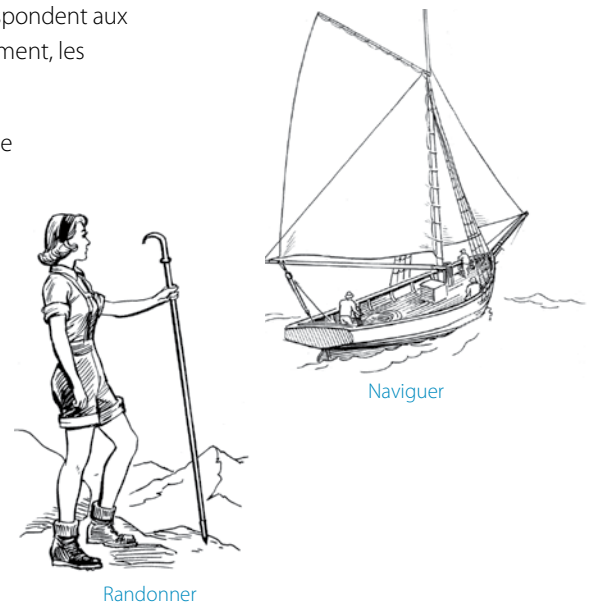
- Sur un panneau, l'enseignant présente et détaille les services fournis par les écosystèmes en les associant à une couleur.
- Il commence par **les services d'approvisionnement** dont nous bénéficions directement. Ceux-ci recouvrent les biens concrets, les produits que les écosystèmes nous procurent. Il s'agit de la nourriture, du bois d'œuvre et de construction, des médicaments et molécules utiles, des ressources énergétiques allant du bois de chauffe aux biocombustibles, des fibres naturelles.
- Sur le panneau, la classe est invitée à préciser, à détailler.

Les fibres naturelles sont évoquées à travers les vêtements et permettent aux élèves d'identifier le coton, le lin, la laine, le cachemire...

- On peut rajouter à la liste des produits les accessoires en cuir, tout en précisant que la production de certains objets mettent en danger les espèces animales comme les sacs en python ou les peignes en écailles de tortue...
- On élargit la nourriture au-delà des produits des cultures ou de l'élevage en évoquant les produits dérivés ou transformés (confiture, huile, pain), les produits forestiers de collecte (champignons, baies), le gibier...
- Les Produits forestiers non ligneux (PFNL) comme les exsudats (résine, latex, gomme) qui servent à l'industrie biochimique, les matières premières colorantes, les produits prélevés ou extraits (liège, huiles essentielles).
- Concernant les médicaments, les élèves peuvent citer des plantes médicinales locales, des substances pures et composés chimiques notoires, extraits par l'industrie pharmaceutique internationale pour la santé ou la recherche.
- L'enseignant étoffe les exemples en évoquant la standardisation de produits réalisés autour du principe actif des plantes, des produits de médecine douce ou phytothérapie (poudre de plantes, gélules à ingérer, huiles à inhaler, à respirer) aux produits cosmétiques (shampoings, huiles, crèmes...)
- L'enseignant enchaîne avec **les services culturels** qui correspondent aux bienfaits non matériels que nous procurent, là aussi directement, les écosystèmes.

Il évoque d'abord les bénéfices esthétiques et spirituels que nous retirons de la nature. De tous temps, nous entretenons une relation de « miroir » avec celle-ci. Elle est à l'origine de nos premières émotions, de nos sentiments puis de l'élaboration de nos systèmes de pensée et de croyances.

- Il peut préciser : au fil de l'histoire de l'humanité, l'homme a apprivoisé la nature, il a développé des usages de celle-ci en s'adaptant. A partir de certaines situations, certaines expériences, il a élaboré des représentations de la nature qu'il a transmises à ses congénères : scènes de chasses peintes sur les parois des grottes, motifs de la montagne dans les estampes chinoises de tradition taoïste, fresques de rites païens dans la nature durant l'Antiquité, jardins monastiques en Europe au Moyen-âge, quiétude du paysage entraperçu par la fenêtre au XVème siècle en Flandre, courts poèmes ou haïku japonais célébrant la nature, fables et contes universels situés au cœur des forêts et racontant la vie des espèces...



- Les élèves énumèrent d'abord les expériences plaisantes et esthétiques de la nature qu'ils connaissent : ils citent des exemples de paysages régionaux ou connus qu'ils apprécient, qu'ils aiment contempler (lacs, forêts, côtes rocheuses...), des aménagements paysagers (systèmes cultureaux).
- Ils font référence à leurs expériences visuelles, atmosphériques de la nature (l'aube, l'orage, un coucher de soleil, un port au petit matin), à des expériences olfactives (les senteurs du sous-bois, de la garrigue), gustatives (les saveurs d'un repas de fête dans toutes les cultures ou celles d'un repas fait de produits frais du marché).
- Ils citent ensuite les œuvres artistiques issues de leur patrimoine : œuvres picturales, rupestres, musicales, littéraires, sculpturales, directement inspirées de la nature ainsi que les sites historiques, culturels, patrimoniaux, situés en milieu naturel.
- L'enseignant évoque les sites naturels sacrés, des territoires sacralisés par les communautés ; qu'ils soient forêts, montagnes sacrées, sources, rivières, lacs ou grottes, ils sont vénérés, empreints de signification et d'importance, associés à une forme de présence divine célébrée par la tradition locale. Ils peuvent être également réservés aux cultes des ancêtres.
- Il synthétise : la nature est encore et a longtemps été associée à des croyances, à l'expression d'une vénération souvent issue d'un sentiment de révérence, de gratitude envers celle-ci pour les ressources et les bienfaits qu'elle génère.
- Dans la liste des services culturels rassemblés sur le panneau, les élèves font ainsi référence à des figures divines naturelles comme Gaïa, la déesse et terre mère, Vishnu, dans la cosmogonie hindoue, qui est associée à l'eau sur laquelle elle flotte et dort.
- Selon leur région, ils identifient aussi les espaces naturels sacrés comme les forêts sacrées des sherpas tibétains, les territoires d'altitude du páramo sur les montagnes andines et les espaces naturels imaginaires, eux aussi sacralisés, comme le jardin d'Eden de la Bible ou le « jardin des délices » ou Jenna du Coran.
- Durant les phases de cet exercice d'identification des services culturels, la constitution d'une liste détaillée est souvent source de surprise et de découverte. Elle permet à la classe de réaliser à quel point nos cultures sont empreintes, de liens à la nature, à quel point elles véhiculent des références et des significations directement héritées du milieu naturel...
- Pour clore la liste des services culturels, l'enseignant revient sur les fonctions récréatives de loisir, de détente et d'éducation assurées par les écosystèmes.

Ainsi, la nature, à travers les activités récréatives qu'elle permet, nous fournit, surtout aux urbains que nous sommes, des moyens de rompre avec un mode de vie stressant et contraignant en proie aux règles de l'économie de marché, de la concurrence et de la rentabilité financière.

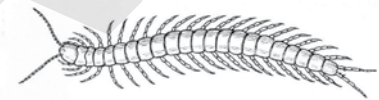
- Les écosystèmes naturels permettent ainsi l'évasion, la possibilité de s'extirper d'une vie sous pression, la recherche de sensations nouvelles, dépaysantes, lors de randonnées, de trekkings, dans des espaces lointains (déserts, montagnes), la quête aussi de sensations extrêmes sur nos pistes de ski partout sur les massifs...
- D'autres fonctions récréatives des écosystèmes permettent de retrouver un sentiment de quiétude, d'harmonie avec son environnement immédiat, de « se ressourcer » au contact du vivant. Des sorties, excursions, ballades qui sont autant de définitions personnelles du rapport à la nature, l'occasion de



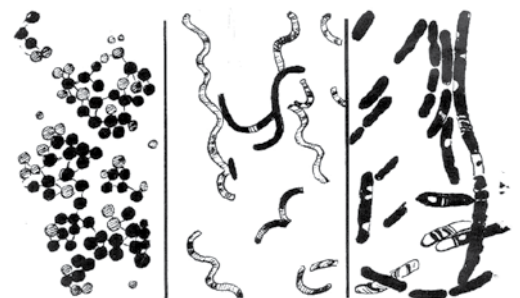
Champignons



Protozoaire



Centipède

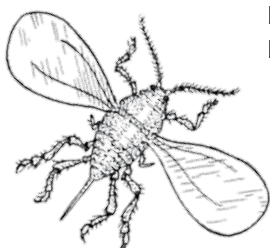


Bactéries

méditer, de dessiner, de faire la sieste, mais aussi de se laisser surprendre, de « s'aérer la tête », de « se vider l'esprit », la rémanence peut-être d'un lien d'ajustement à la réalité physique et biologique de la nature...

2. Enchaîner avec les services de régulation et de soutien

- Après les services culturels, l'enseignant « évoque » **les services de régulation** des écosystèmes dont nous bénéficions indirectement car ce sont eux, avec **les services de soutien** évoqués conjointement, qui rendent possibles et efficaces les services d'approvisionnement et les services culturels qui viennent d'être évoqués. Il est déterminé par l'attribution d'une couleur distincte pour chaque service :
- Depuis le début de la présentation, les services d'approvisionnement peuvent être associés au rouge-brun ; les services culturels à la couleur orange ; les services de régulation au bleu turquoise et les services de soutien au vert prairie.
- Concernant les services de régulation assurés par les écosystèmes, ce sont les bienfaits qui découlent de l'entretien et de la régulation des systèmes naturels liés aux écosystèmes. L'enseignant évoque l'épuration naturelle des eaux assurées par exemple par les zones humides et les plantes dépolluantes, la régulation du climat local et global par les forêts et les océans qui agissent sur la captation et le stockage de dioxyde de carbone, le rôle des océans qui sont d'énormes fournisseurs de dioxygène via la photosynthèse réalisée par les cyanobactéries, les algues ou le phytoplancton.
- Il enchaîne avec la lutte contre l'érosion et les avalanches par l'implantation des forêts, le service de pollinisation des espèces végétales assurées par les multiples « agents pollinisateurs » que sont abeilles, bourdons, mais aussi papillons, araignées, coléoptères, diptères, colibris, chauve-souris... sans lesquels les cultures ne pourraient se développer et les récoltes fructifier.
- Egalement, parmi les services de régulation, l'enseignant explique la fourniture d'agents antiparasitaires pour réguler les organismes nuisibles aux cultures, les ravageurs, les espèces envahissantes...
- Il indique le traitement naturel des déchets, plus précisément la décomposition et le recyclage de déchets organiques assurés par la faune du sol et sa microflore tout en évoquant les services de soutien car certains services, comme le recyclage des déchets, peuvent être considérés à la fois comme des services de régulation et de soutien.
- L'enseignant illustre en parallèle les services de soutien ou de support fournis par les écosystèmes. Ils sont nécessaires à la vie sur Terre, à la production de tous les autres services, et associés à la couleur verte.
- Il explique que ceux-ci recouvrent la formation initiale des sols pour laquelle l'érosion biochimique joue un rôle important, également le recyclage de la nécromasse ou matière organique morte qui, elle-même, joue un rôle majeur dans la fertilité des sols, la base trophique des écosystèmes, le cycle des nutriments, en produisant un état de minéralisation et la libération des composés minéraux.
- Il poursuit avec le cycle des nutriments assurés par les écosystèmes, cycle de l'azote, cycle du carbone avec leurs chaînes d'acteurs, sans lesquels ne peuvent s'accomplir les grands cycles biochimiques de la planète.
- Il enchaîne avec la production de biomasse grâce à la photosynthèse et au concours d'interactions biologiques associées, puis avec la diversité génétique engendrée par les écosystèmes – une formidable banque de gènes.



Cochenille



Abeille Reine



Punaise de lit

- Il revient sur l’approvisionnement des êtres humains en eau potable grâce au cycle de l’eau généré par le climat et l’action réciproque des espèces végétales qui, en permettant l’infiltration des eaux de ruissellement et leur percolation lente à travers les sols, alimentent et rechargent les nappes phréatiques...
- Pour finir, il insiste sur l’interaction qui existe entre les services de régulation et les services de soutien.

Exemples :

L’accomplissement des grands cycles biogéochimiques de la planète (cycle des macro-éléments comme l’azote ou le carbone) repose sur l’entretien et le maintien de ces cycles. Les teneurs excessives des sols et des plantes en azote, associées aux dépôts multipliés d’oxyde d’azote atmosphérique que les écosystèmes ont du mal à réguler, peuvent modifier à long terme l’accomplissement du cycle lui-même. Les scatophages comme les bousiers décomposent les bouses de vache (jusqu’à 18 bouses par jour) et, de ce fait, accomplissent une fonction de régulation des déchets ; en outre, par ce rôle de nettoyeurs, les insectes participent aussi à l’accomplissement du cycle des nutriments en recyclant la matière organique morte.

3. Elaborer un code couleur et un code de pictogrammes des services écologiques

- A l’intérieur du code couleur retenu pour l’ensemble des services, les élèves élaborent une série de pictogrammes pour illustrer les différents aspects de chaque service.

Tous les pictogrammes relatifs aux services d’approvisionnement sont sur fond rouge foncé. Ils permettent, par les signes qui les composent (dessins pertinents et synthétiques) de décliner et distinguer les différents aspects de ces services :

- Alimentation ;
- Fibres ;
- Médicaments ;
- Produits cosmétiques ;
- Combustibles ;
- Matériaux de construction ;
- Matériaux destinés à l’industrie (biochimie, produits manufacturés).

- Les élèves réalisent ensuite des pictogrammes relatifs aux services culturels sur le même mode. Tous sont sur fond orange et permettent de faire des distinctions précises :

- Bienfaits esthétiques, inspiration, création, pratique amateur ;
- Bienfaits spirituels et religieux ;
- Systèmes de savoir, valeurs éducatives ;
- Valeurs récréatives, loisirs, agrément, jeux, détente ;
- Développement des sens (goût, odorat, ouïe...) ;
- Tourisme de nature.

- Ils illustrent sur le même principe, les services de régulation et de soutien.



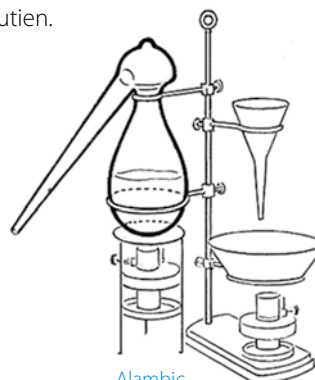
Potier à son tour



Observation du ciel



Enclume de forgeron



Alambic

4. Situer la biodiversité à la source et à la base des services écosystémiques

- L'enseignant insiste ensuite sur le lien manifeste qui existe entre maintien de la diversité biologique et écosystèmes salubres assurant pleinement les services détaillés précédemment.
- Les élèves se remémorent l'exercice du grand schéma pyramidal du vivant et visualisent à quel point la productivité d'un écosystème en termes d'énergie transmise et d'énergie utilisée pour produire de la matière organique est liée à un maillage serré d'espèces et d'interactions entre elles.

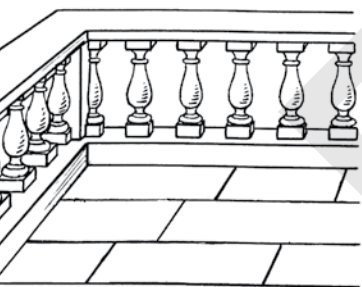
Ils saisissent que derrière chaque produit, bien concret, bienfait, obtenu d'un écosystème se trouve un réseau de « mailles », et donc d'espèces, dans la toile du vivant. Plus largement, à chaque service correspond un ensemble de relations au sein des espèces, entre celles-ci, ainsi que de processus entre les espèces et leur milieu...

- L'enseignant déduit :

L'entretien, et le cas échéant, la régénération, de ces interactions et processus générés par le vivant et la diversité biologique, garantit le fonctionnement et la productivité de l'écosystème. La biodiversité se situe donc à la source et à la base des services assurés par les écosystèmes (eux-mêmes socle de notre bien-être).

- Il utilise l'image de la biodiversité comme un « capital » préexistant et nécessaire ; une richesse de base destinée à produire de nouveaux biens seulement si on l'entretient, si on vérifie régulièrement son état, son fonctionnement, si on lui laisse la place et le temps de se régénérer, si on contribue à la régénérer lorsqu'elle est fragilisée.

La biodiversité entretenue est le meilleur exemple de développement durable.



Balustrade



Fagot



Herminette



Rondin



Brouette



Bungalow

5. Mettre en valeur la relation espèces-services-produits par le jeu des pictogrammes

- Dans cette dernière partie de l'activité, la classe fait clairement la démonstration de la relation entre diversité biologique, fonctionnement des écosystèmes et services fournis par ceux-ci (pour notre bien-être).
- On choisit pour cela un bien concret obtenu d'un écosystème en variant les exemples.
- Pour commencer, la classe peut se mettre d'accord autour du choix d'un produit simple : un tee-shirt (universel), un plateau de fromage (plus localisé).
- L'enseignant rappelle : la communauté bénéficie de ce bien concret issu de la fourniture de plusieurs services écosystémiques eux-mêmes assurés par différentes espèces à plusieurs niveaux de fonctionnement des écosystèmes (pour notre bien-être).
- L'idée est 1) d'élaborer des schémas de production au tableau ou sur un support papier au mur, en partant du bien concret, et de mettre en lumière l'ensemble de la « chaîne biologique » produisant ce bien concret via les services écosystémiques assurés et signalés grâce aux pictogrammes et 2) d'éclairer à travers les pictogrammes les types de services rendus à l'être humain par le bien obtenu à l'arrivée.
- On se concentre sur les espèces-clés et les fonctions écologiques indispensables à chaque processus de production spécifique.

Exemple :

Un tee-shirt

- Un tee-shirt provient d'une culture de coton.
- La culture de coton fournit un service d'approvisionnement en fibres à la communauté, répondant à son besoin de se vêtir.
- La culture de fleurs de coton est issue d'un groupe d'espèces parmi lesquels les pollinisateurs (abeilles, bourdons..) à l'origine du service de régulation qu'est la pollinisation.
- Elle est issue d'un groupe d'espèces parmi lesquels les prédateurs naturels ou antiparasitaires (coccinelles...) qui sont à l'origine du service de régulation des ravageurs.
- Elle est issue de l'eau d'irrigation (les besoins en eau d'une culture de coton sont énormes), elle même issue du service de purification des eaux assurés par les plantes dépolluantes ainsi que du cycle de l'eau entre autres assuré par les forêts (infiltration)...
- Le tee-shirt, produit final, remplit des services d'approvisionnement auprès des hommes à plus d'un titre : approvisionnement en vêtement pour se vêtir, approvisionnement en produit de l'industrie textile destiné à la commercialisation.
- Il remplit aussi des services culturels : le tee-shirt a une valeur esthétique, traduit la mode vestimentaire, alimente la création ; il est aussi associé à une valeur récréative de loisir, de détente (confort, ergonomie).



Sarong



Franges



Sari



Foulard

Carnet d'étude de la nature inspiratrice

L'enseignant propose aux élèves de se concentrer sur les services culturels fournis par la nature dans le cadre d'une étude thématique de l'écosystème environnant, menée en plusieurs étapes et restituée dans un carnet (carnet d'esquisses, carnet de recherche, carnet de bord...)

L'activité évolue d'une découverte sensible de la biodiversité, moteur d'un éveil des sens et d'une perception aiguisée, à une phase d'approche de sa valeur symbolique, esthétique, spirituelle, jusqu'à développer un processus de création artistique autour des aspects de la biodiversité abordés.

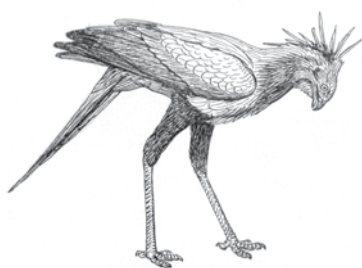
1. Constituer des groupes de travail sur des thèmes divers liés à la biodiversité

- D'abord l'enseignant constitue des groupes et chacun choisit un thème de travail, un peu comme lors de la première activité : *1^{er} inventaire de la biodiversité, des bestiaires et des herbiers.*
- Chaque équipe se concentre sur un aspect de la biodiversité, considérée cette fois dans son acception la plus large. Il peut s'agir des grandes espèces animales terrestres (faune sauvage et faune domestique), d'un groupe d'espèces particulier (oiseaux, insectes), des plantes à fleurs (flore sauvage), des plantes « utiles » (des espèces du potager aux plantes tinctoriales), d'un périmètre de forêt, d'un marais, d'une zone de tourbières, de mangroves, de savane arborée, d'une zone choisie dans une aire protégée, un parc national, une réserve de biosphère, de systèmes culturels, agricoles, du bocage à la prairie sèche...
- En milieu urbain, l'enseignant encourage le rapport direct au milieu mais les élèves peuvent aussi travailler d'après documents. On peut opter pour un grand espace vert, une forêt périurbaine, domaniale, patrimoniale, un parc écologique de ville, un jardin historique, un jardin sauvage, un parc zoologique (ornithologique, zoo...), les berges d'une rivière ou d'un fleuve, les terrains vagues et friches de banlieue, la flore urbaine dont la flore spontanée des terrains délaissés, des bords de voies ferrées, des pavés, la faune urbaine et périurbaine...
- En vue des visites planifiées, la classe se conditionne à un état de grande disponibilité et de réceptivité.

Le professeur invite les élèves à faire l'expérience de leur thématique à travers leur cinq sens, à se tenir prêt à la technique de l'affût (faire silence...) pour les animaux, à écouter les sons, à aiguiser leur sens de l'observation, à capter les odeurs, à retranscrire leurs sensations et leur découverte (souvent une redécouverte) de la diversité biologique ambiante.



Pic



Serpentaire

Piment
de la Jamaïque

Bécassine

Tyran à longue
queue

Il s'agit d'une expérience sur le vif, d'une mise en situation et d'une collecte d'informations à partir des faits.

- L'enseignant prévoit plusieurs visites en essayant de les regrouper, il sollicite selon les cas, l'assistance de pisteurs, de gardes forestiers, de botanistes, d'agriculteurs, de jardiniers, de scientifiques, d'agents municipaux...

Les élèves sont invités à se rendre eux-mêmes sur place, par groupe, accompagnés et conseillés par les professionnels dans l'exercice de leur métier.

2. Explorer la dimension sensorielle, liée au plaisir, et esthétique des services culturels à travers la thématique d'étude

- En fonction de leur région et de leur sujet d'étude, les élèves parcourent, les diverses formations végétales, traversent les prairies ou grands pâturages, pénètrent dans les sous-bois, approchent les points d'eau, gagnent les cimes (sous la vigilance des adultes), sondent les sols à la recherche des insectes, observent les animaux, écoutent et décryptent leurs cris, les enregistrent, recherchent les fleurs ou les peuplements de plantes spécifiques, observent l'ondoiement des formations herbeuses sous le vent, captent leur bruissement, le craquement des arbres, des résineux, palpent les écorces, observent la forme des houppiers, apprennent à différencier les espèces d'arbres d'une même famille à partir de leur houppier (distinguer un sapin blanc (*Abies alba*) d'un épicéa commun (*Picea abies*) parmi les Pinacées).



Hieroglyphes

- Ils privilégient des moyens de relevés adaptés à leur thème d'étude dans leur carnet :

Pour les animaux :

L'**observation** des animaux à des heures spécifiques (tôt le matin ou au crépuscule) et la prise de notes ;

L'analyse inhérente aux **séances d'écoute et d'enregistrement** : associer des cris à des situations, à des émotions (peur, fuite, parade, lutte...), apprécier des comportements, des manières d'occuper l'espace (distance de fuite, étendue des territoires), en déduire des éléments concernant le régime alimentaire, le mode de prédation, les associations entre espèces ;

Le **dessin** pour le relevé et l'identification des empreintes. Il s'agit d'identifier les empreintes à partir du nombre et de la disposition des coussinets, de la grosseur des sabots, de faire des distinctions entre les espèces de même famille (entre une antilope et un buffle parmi les bovidés) ; Il s'agit aussi de répertorier les formes des empreintes : en « étoile » pour les oiseaux, traînantes pour les insectes, allongées pour les pattes arrières des lièvres ou des lapins...

La **collecte de traces éparses** faisant l'objet de collages ou de croquis ultérieurs dans le carnet : plumes, dents, fragments de coquilles, fruits ou cônes à moitié rongés...

L'utilisation du **texte sous forme de récits ou de descriptions** ; l'idée n'est pas d'être littéraire mais avant tout observateur de la nature, de parvenir à capter un geste, à traduire en mots un comportement animal comme celui de la parade (oiseaux), de la déambulation, de décrire une allure, la couleur d'une robe, la texture d'une peau, les motifs des ailes d'un papillon, le mouvement de son vol.



Graffitis



Scarabées

- En fonction des thèmes choisis, l'enseignant suggère des techniques différentes de relevés.
- Pour les fleurs, la classe a pu expérimenter combien la **couleur** est un moyen intéressant de capter la diversité des formes et des constructions florales dans l'activité 1 : *Premier inventaire de la biodiversité, des bestiaires et des herbiers*. La classe peut poursuivre le travail et s'émanciper du cadre de l'herbier interprété.

Dans des écosystèmes qui s'y prêtent, où la diversité florale est très riche, les élèves peuvent intensifier le travail chromatique, se servir de référents existants pour qualifier les teintes (jaune paille, jaune d'or, jaune orangé, rose thé, rose perle, rose saumon, rose bonbon, rose fuchsia ont des équivalents dans toutes les cultures), ils peuvent réaliser des nuanciers, composer des planches d'espèces par couleur en variant les tailles, en grossissant certaines formes, en introduisant des nuances de teintes au sein d'une même couleur.

- Si le thème choisi est une formation végétale de l'écosystème méditerranéen, comme la garrigue ou le maquis, des **collections d'odeurs**, à partir de fragments de spécimens prélevés peuvent se révéler très pertinentes pour restituer l'approche sensible de ces milieux. Des échantillons de plantes aromatiques : – thym, romarin, lavande, sauge, aneth, carvi, anis, coriandre, mélisse, basilic, marjolaine, fenouil, des gousses de genêts, de pois de senteur, des siliques de verveine odorante, des capsules de cistes, des fragments d'aiguilles ou de cônes de pin en distinguant Pin d'Alep (*Pinus halepensis*), Pin sylvestre (*Pinus sylvestris*), Pin noir d'Autriche (*Pinus nigra*), Pin parasol (*Pinus pinea*), Pin maritime (*Pinus pinaster*), des feuilles ou fruits ouverts, pour mieux libérer les odeurs, de chênes, genévriers, olivier sauvage... – sont prélevés et enfermés dans des flacons, capsules ou boîtes (selon disponibilité). L'enjeu consiste alors à reconnaître les espèces d'après leur odeur, les yeux fermés. Le second objectif pour l'élève est de décrire et de distinguer ses sensations olfactives dans le carnet.

3. Explorer les bienfaits spirituels des services culturels à travers une approche symbolique de la thématique

- Après cette étape d'écoute, de relevés, d'enrichissement du regard et de la sensibilité au contact direct de la diversité biologique, les élèves abordent la portée symbolique, spirituelle, inspirante pour l'esprit humain des éléments bio-divers qu'ils ont choisis.
- L'enseignant cadre l'étude par étapes.

Il commence :

- Beaucoup d'espèces animales et végétales sont vénérées, sacralisées par différentes cultures.
- Aux origines d'un mode de vie façonné par le milieu naturel, les peuples premiers ont très tôt mesuré l'importance des espèces en tant que ressource primordiale mais également en tant que maillon dans l'équilibre du vivant.
- Essentiellement chasseurs et cueilleurs, leur mode de vie s'inscrit dans une relation d'interaction et de face à face permanent avec les espèces animales notamment. Leurs représentations symboliques de la nature sont chargées de figures animales, de références à la vie des animaux (à travers les rites qui peuvent être partiellement lus comme des représentations animées, théâtralisées d'une relation au vivant). L'enseignant peut faire référence à de nombreux exemples.

Exemples :

En Afrique, les masques rituels du dama (rite funéraire) chez les dogons incarnent l'antilope, le bovidé, l'oiseau (kanaga), des figures du mythe ancestral Nommo...

La figure spectaculaire du serpent Bandjoni dans les sculptures totémiques des Bagas de Guinée, symbole de longévité et de pouvoir divin, que l'on vient consulter...

- Lorsque les élèves vivent au contact de ces cultures ou dans des régions géographiques proches, l'enseignant encourage le contact avec des personnes ressources dans la communauté : conteurs, griots, bergers nomades, chasseurs, pisteurs, pêcheurs qui peuvent transmettre des exemples, des témoignages aux élèves.
- En Occident, les élèves, en fonction de leur thématique de départ, peuvent se documenter sur la transmission orale de cultures différentes, visiter les collections des musées (arts premiers), repérer les

représentations d'espèces animales et les « croquer » dans leur carnet, s'interroger aussi sur les textes sacrés, les civilisations passées (Egypte ancienne), sur leurs propres mythes, leurs contes anciens ou plus récents (Grimm, Andersen, Kipling), leurs fables (La Fontaine), et étudier les symboles, les sens, les valeurs qu'y véhiculent les espèces animales ou végétales...

Tous restituent et consignent des notes, textes et images dans leur carnet.

L'enseignant poursuit en précisant le rapport aux espèces des peuples premiers dans un contexte plus large :

- Parfois nomades, sans cesse confrontés aux limites de la disponibilité des ressources et aux contraintes du milieu, les peuples premiers s'appuient sur des mythes fondateurs, des croyances et des rites qui structurent leurs sociétés traditionnelles. Leurs représentations du vivant sont ancrées dans ces mythes et croyances.
- Les mythes ancestraux sont souvent porteurs d'une cosmogonie, d'une véritable organisation du monde où chaque espèce a sa place ; chaque être vivant trouve une place dans le cosmos...

En s'appuyant ainsi sur leur cosmogonie, les peuples inscrivent leur mode de vie dans une appartenance à la nature en même temps qu'ils établissent et régissent des modes d'accès aux ressources naturelles, respectueux des populations d'espèces, des interactions entre celles-ci et leur milieu.

- A ce stade, l'enseignant cite des exemples :

*Exemples :
 Dans de très nombreuses cultures parmi lesquelles les groupes ethniques des Pelan en Malaisie, des Asmat en Indonésie, des Kasua, des Bochimans en Afrique, des Yanomamis amazoniens, des Aborigènes australiens, les prélèvements d'espèces dans le cadre de la chasse ou de la pêche font l'objet de négociations avec des figures symboliques, divinités, maîtres des ressources ou sont ancrés dans une cosmogonie, comme celle du Temps du Rêve chez les Aborigènes.
 Même chez les peuples du grand nord sibérien (Evenks, Tchouktsches), les chasseurs qui sont aussi pêcheurs et éleveurs ont un code strict des lois de la chasse reposant sur leur gestion des ressources du territoire en lien à une cosmogonie. On ne peut ainsi que chasser un certain nombre de sujets dans un peuplement de rennes sauvages, de canards ; on installe des pièges qu'en certains endroits et pour certaines espèces, on ne prélève pas tous les œufs d'un même nid...*



Cartouche



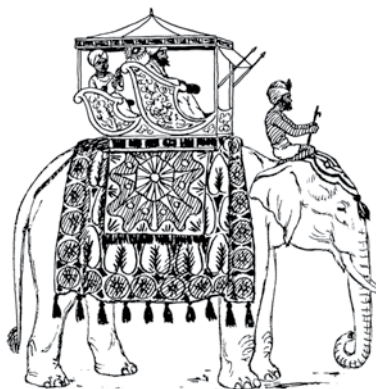
Boss



Calebasse



Botte cavalière



Howdah



Arabesque

- Les élèves vivant au contact de ces cultures peuvent inviter en classe les personnes ressources précédemment citées, auxquelles on peut ajouter les hommes médecines, les shamans, dans le cadre d'une transmission possible fixé par ceux-ci.
- En fonction de leur thème d'étude lié à la faune, à la flore, au gibier, les élèves reportent les informations, les récits, les croquis dans leurs carnets.
- Dans la plupart des régions du monde, l'enseignant peut également favoriser une rencontre avec des scientifiques, anthropologues, ethnologues, pour parler de ces aspects culturels de la biodiversité liés aux croyances et à la spiritualité des chasseurs-cueilleurs en particulier. Ils permettent de mettre en valeur la diversité des peuples, (une diversité menacée du fait leur disparition), qu'il est important de connaître pour apprendre à la préserver. La biodiversité recouvre en effet la diversité des hommes, des peuples, de ces peuples premiers porteurs de modes de gestion eux-mêmes divers, autant d'expressions variées d'un lien primordial de l'homme à la nature qu'il est pertinent de redécouvrir dans un contexte de conservation...

4. Explorer le patrimoine culturel immatériel issu des communautés agricoles locales

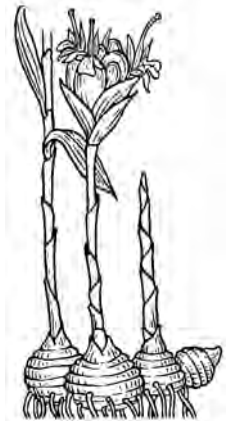
- En fonction des thèmes de départ choisis par les élèves, comme la faune sauvage ou les plantes utiles, l'enseignant élargit l'étude des valeurs culturelles de la biodiversité aux communautés rurales pratiquant une agriculture traditionnelle, souvent renouvelée, améliorée, parfois biologique, différente de l'agriculture industrielle ou intensive.
- Il explique que dans ce contexte, les communautés sont souvent garantes des équilibres écologiques de la biodiversité et des services écosystémiques de soutien et de régulation (voir activité précédente : *Le jeu des espèces, des services et des produits*).

Leur action repose sur une maîtrise de l'agro-biodiversité, sur l'acquisition d'un patrimoine culturel immatériel constitué d'un savoir théorique et pratique, de connaissances relatives aux espèces, de savoir faire, de gestes appris, d'artisanats développés, d'outils élaborés, souvent reliés à des rites et à des valeurs.

L'enseignant énumère les communautés qui pratiquent la riziculture, le maraîchage, l'horticulture, des cultures irriguées, l'agriculture itinérante... la majorité des populations traditionnelles vivant d'agriculture sont localisées en Asie du Sud-Est, dans les Andes...

Il fait référence à certaines communautés :

Les Kelabit malais vivent dans des zones de montagnes tropicales où ils pratiquent la riziculture. Ils sont devenus maîtres de la gestion de l'eau sur les versants par le détournement des ruisseaux, l'élaboration de canaux d'irrigation dans des zones forestières semi-naturelles qu'ils entretiennent et où ils implantent leurs rizières. (Voir *UNESCO, Links between biological and cultural diversity*).



Gingembre



Smilax



Vigne

Les communautés agricoles des Andes produisent jusqu'à plusieurs milliers d'espèces de pommes de terre sur leurs terrasses, les cultivateurs de Java eux plantent des centaines d'espèces maraichères et horticoles dans leurs potagers ; les récoltes s'échelonnent dans le temps, avec une rotation des cultures, la jachère peut être pratiquée sur certaines parcelles pour le repos des sols. La réduction des labours permet une redynamisation de la faune et de la microflore du sol. Les semences, banques de gènes que constituent les variétés de céréales sont stockées : cela permet une meilleure exploitation des microenvironnements, l'entretien de la biodiversité et la diversification des revenus.

- Les élèves approchent ces pratiques, les recensent et les décrivent dans leur carnet. Ils les révèlent comme des banques de données et de connaissances appliquées, comme des sources d'inspiration pour le croquis, le dessin, la peinture.
- Ils les associent aux rites qui les accompagnent, souvent liés au calendrier agricole.

Les plantes y sont sacrées lors de fêtes des récoltes, de fêtes liées au cycle des saisons.

Exemple :

Le maïs est encore valorisé socialement dans les communautés quechuas et célébré par des rites de début de récolte qui mettent en avant le caractère précieux et sacré de la ressource.

- La classe met ainsi en valeur toute une imagerie liée au calendrier agricole et paysan. Ainsi, les messicoles, ces plantes sauvages très connues, très populaires (coquelicots, bleuets, matricaires, adonis) sont devenues des hôtes classiques des cultures ou des milieux modifiés par l'homme. Longtemps tolérées car associées à d'incontestables qualités écologiques, leur retour pourrait voir renaître l'image d'une agriculture productrice de paysages colorés et de milieux diversifiés.

5. Explorer la symbolique culturelle des plantes

- Dans leur région respective, les élèves ayant choisi des thématiques liées au végétal consacrent cette étape de l'activité à une recherche autour de la symbolique des plantes dans leur culture.

L'enseignant peut évoquer la symbolique végétale, sacrée et profane, dans la culture occidentale à travers :

– La symbolique sacrée des plantes sauvages et cultivées, évolutive au cours des âges, présente dans les mythes, les textes anciens, la littérature, la peinture de scène religieuse ou mythique : des iris bleus symbole de la souffrance de la Vierge chez Hugo Van der Goes, aux couronnes de roses du sacre du Printemps de Botticelli ; de la grenade et ses nombreux grains symbole de fertilité chez Rossetti, aux cerises invoquant la Passion de Jésus-Christ chez Titien ; aux cyprès tourmentés de Van Gogh tels des flammèches ou des mirages issus d'une terre trop chaude ;

– Une symbolique dérivée, plus profane, plus domestique, liée à l'histoire des hommes, conférant des vertus, érigée en emblème, comme celle rapportée au gui porte-bonheur, à la puissance du chêne, à la rose fleur emblématique de l'Angleterre, au chardon emblème de l'Ecosse, au sapin devenu arbre de Noël...

- Les élèves travaillent dans leurs carnets sur l'évolution de ces symboles, entre sacré et profane, une évolution repérable dans d'autres cultures comme avec le lotus symbole divin dans la tradition hindouiste devenu fleur nationale de l'Inde, le cyclamen au Japon devenu fleur sacrée de l'amour.

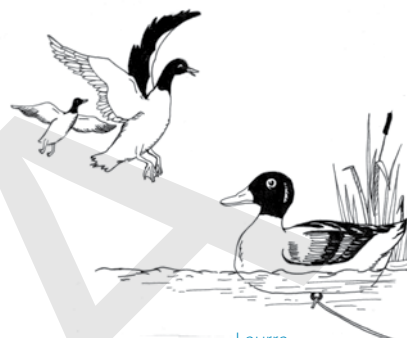
6. Proposer une phase d'expression libre à partir de l'étude menée sur la thématique

- Au final les carnets sont exposés, mis en consultation dans la classe et renferment une recherche inspirante qui peut être le cheminement vers un projet de création plus libre :

Chaque groupe sur un panneau peut se lancer dans une représentation synthétique du thème choisi ; un thème illustrant la biodiversité et sujet de multiples interprétations culturelles.



Colibri



Leurre



Hépathique



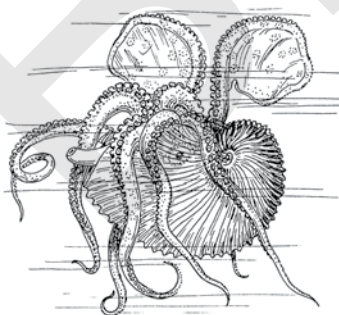
Cerf



Hippocampe



Menthe



Nautilé



Véronique



Élan



Bruyère

Tableau de l'agro-diversité, une usine de production durable ?

Après l'identification des services d'approvisionnement dans l'activité 7 : Le jeu des espèces, des services et des produits, l'enseignant propose à la classe de faire un état des lieux des services d'approvisionnement de l'écosystème local concernant l'alimentation.

A cet effet, la classe dresse un tableau récapitulatif des ressources, évaluant l'état des services et l'impact des modes de production sur l'environnement. En annexe, un calendrier des fruits et légumes de saison est réalisé...



Raisin



Figs



Courges



Pomme

1. Lister les produits alimentaires d'origine végétale et animale collectés, récoltés et consommés sur place

- La classe dessine un tableau au mur sur un support papier.
- Dans la première colonne, les élèves et l'enseignant font l'inventaire des principales denrées alimentaires produites, collectées et consommées localement. Selon les régions du monde, ce sont des denrées accessibles sur les étals des marchés, dans les échoppes, dans les magasins, les supermarchés.
- On privilégie dans un premier temps les plantes comestibles issues des cultures ainsi que les plantes consommées parmi la flore sauvage (cueillette), celles obtenues des vergers (comme les vergers anciens), puis on étend à des exemples d'espèces animales issues de l'élevage et dans de nombreuses régions, de la chasse, de la pêche.

Un ou deux exemples de prêt à consommer : plat préparé, produit surgelé... sont éventuellement inclus à la liste.

- Les élèves procèdent au classement vertical des plantes par catégorie botanique dans la première colonne du tableau en citant au maximum deux exemples d'espèces par catégorie.

Exemples :

Pour les légumes :

- *L'ail ou l'oignon parmi les bulbes comestibles ;*
- *Les tubercules de pomme de terre, pétioles de céleri ou turions de bambou parmi les tiges ;*
- *La carotte ou le manioc parmi les racines ;*
- *Le cresson d'eau, l'épinard, le pissenlit, l'amarante hybride parmi les feuilles ;*

Pour les fruits charnus :

- *La grenadille, la tomate, la myrtille, la goyave-fraise parmi les baies ou fruits à pépins ;*
- *L'olive ou l'abricot parmi les drupes ;*

Pour les fruits secs :

- *Des fruits indéhiscentes, comme les caryopses très répandus que sont le blé, le maïs, l'orge, le seigle ou les akènes tels la châtaigne ou la noix de cajou.*
- *Des fruits déhiscentes dont les nombreuses gousses que sont le haricot commun, le niébé, le petit pois, le haricot azuki et les siliques parmi lesquels les choux, le radis, la moutarde, le colza.*

- Parmi les plantes citées, on n'omet pas des exemples de plantes sauvages présentant un intérêt alimentaire ainsi que les espèces fruitières des vergers et les espèces forestières propices à la cueillette, au prélèvement ou à l'extraction de denrées comestibles.

Exemples :

Selon les régions, on peut citer, parmi les espèces issues de la végétation naturelle : le jujubier (Ziziphus spina-christi) ou le baobab (Adansonia digitata) des régions sèches ; parmi les espèces fruitières des vergers semi-naturels : les noyers et les pommiers sauvages d'Asie centrale ; parmi les espèces fournissant des produits forestiers non ligneux comestibles : l'érable sucrier du Canada (sirop d'érable), l'arganier du Maroc (huile), le bouleau de la taïga (boisson sucrée et acidulée obtenue par saignée de la sève), l'arbre-vache des forêts vénézuéliennes (boisson apparentée à du lait issue de la sève).

- Dans un second temps, la classe se concentre sur l'alimentation à base de produits d'origine animale. On liste les espèces fournissant la viande et autres produits dérivés de l'élevage, le gibier issu de la chasse, les espèces fournissant le poisson issu de la pêche de capture ou de l'aquaculture, tous ces produits alimentaires répondant aux besoins des organismes humains en protéines, en oligo-éléments...

Selon les régions, les élèves répertorient les principales espèces ou variétés sélectionnées constituant principalement l'élevage bovin, ovin ou caprin pratiqué sur place, comme les races Aubrac, Holstein pour les bovins européens ; les élèves élargissent éventuellement à d'autres produits animaux consommés ; ailleurs, on liste les ongulés sauvages constituant la viande de brousse ou le commerce de la venaison (en Afrique, en Indonésie), les tamarins, lémuriens, oiseaux chassés à Madagascar ; ailleurs encore, on s'intéresse aux espèces marines fournies par la pêche de capture même lorsqu'elles font l'objet de surpêche comme l'espadon, le thon rouge, la plie, la sole, le turbot, le merlu. Les élèves incluent les espèces produites par l'aquaculture en eau douce parmi lesquelles de nombreuses variétés de carpes, également les espèces issues de mariculture ou de culture en eau saumâtre, majoritairement des mollusques et des crustacés.

- Pour le plat préparé, plat surgelé, « lunch packet », on identifie précisément les aliments contenus dans le plat. Contient-il des légumes ? Quelle est sa teneur en graisses, en sucres et en sel ? Rajoutés ? Contient-il des additifs alimentaires ? De quelles sortes ?

On observe le détail de son emballage. Est-il constitué de plusieurs éléments : emballage en carton, barquette en aluminium, film plastique, sachet sous-vide, couverts jetables..?

2. Identifier le lieu et la périodicité de la production et constituer un calendrier de la saison des produits

- Dans la seconde colonne du tableau les élèves identifient et qualifient certains aspects de la production de chaque aliment cité et étudié.

Le produit alimentaire fait-il l'objet d'une production locale ou à l'échelle du pays? D'une cueillette locale? D'une production saisonnière?

Est-il transformé localement par l'industrie agro-alimentaire? Quelles autres denrées alimentaires sont dérivées du produit matière première?

- Pour faciliter le remplissage du tableau, la deuxième colonne est divisée en deux demi-colonnes; la première correspondant au lieu de la cueillette ou de la production (sur place ou importé) et la seconde correspondant au temps de la production (saisonnière ou permanente).
- Par ligne d'aliment, les élèves remplissent les cases en précisant lieu et temps de la production et associent les réponses à un jeu de pastilles: une pastille verte pour la production sur place, une pastille rouge pour l'importation; une pastille verte pour la production saisonnière, une rouge pour la production permanente. Les pratiques respectueuses de l'environnement et de la santé seront ainsi signalées en vert et les pratiques plutôt dommageables seront associées au rouge.

Les produits transformés ou dérivés issus de l'aliment de base sont spécifiés dans la demi-colonne précisant le lieu de la production.

Exemples:

Les élèves européens trouvent chez eux des fraises d'Australie, des haricots du Kenya, des steaks de viande bovine argentine, des pommes du Cap, des girolles d'Amérique du Nord.

Ces produits sont donc importés d'autres régions du monde et ne font donc pas l'objet d'une production locale. Les élèves s'interrogent sur pourquoi aller chercher loin ce que les agriculteurs et producteurs de leur région peuvent produire localement à partir d'espèces adaptées, car les produits des terroirs ne manquent pas de viande ou de fromages issus d'espèces bovines différentes ou d'innombrables variétés de pommes.



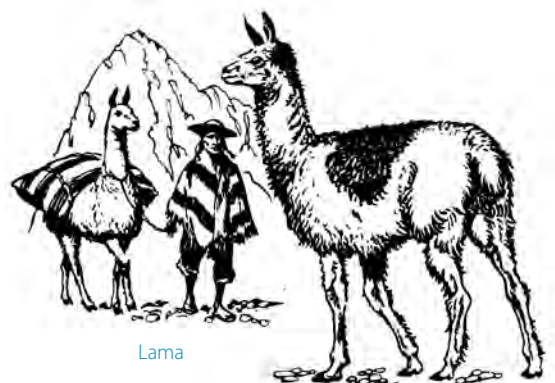
Chanvre



Épouvantail



Airelle rouge



Lama

- Ils associent ces produits à des pastilles rouges indiquant qu'ils ne sont pas produits localement et nécessitent un moyen de transport (surtout par avion) extrêmement consommateur d'énergie et donc polluant.

Autres exemples :

Ailleurs, en Afrique et en Asie du Sud-Est, les cultures de maïs ou de riz (souvent à partir d'une seule espèce qui constitue l'unique source de revenus pour les populations) sont pratiquées intensivement en vue de l'exportation. Elles génèrent des coûts importants pour les collectivités locales (manque de rentabilité, manque d'infrastructures et de moyens de production, de conditionnement, dépendance à la matière première) ; elles entraînent un appauvrissement considérable du stock génétique agricole, nourrissent mal les populations (carence alimentaire) auxquelles elles ne sont pas prioritairement destinées. Ces cultures sont associées à des pastilles vertes et rouges car même produites localement elles « alimentent » d'abord l'exportation, constituent des services d'approvisionnement en nourriture déficients pour la population et dégradent l'écosystème et la biodiversité (épuiement des terres, érosion génétique).

Dans de multiples régions de forte activité de pêche dans le monde, les produits issus de la capture sont parfois directement dirigés vers la transformation sur place (conserveries pour les sardines, chaîne du froid et surgelés pour d'autres, transformation en terrines, rillettes, purées, sauces) dans des usines coûteuses (en énergie par exemple) en vue d'une exportation coûteuse (transport, packaging) sans être exploitées durablement dans le contexte de l'approvisionnement local des habitants. Là aussi ces produits sont associés à des pastilles vertes et rouges.

- Les élèves sont encouragés par l'enseignant à se rendre sur les marchés, à consulter les étiquettes, à repérer l'origine géographique des produits à la vente. Ils mènent leur enquête afin d'obtenir les renseignements les plus justes pour remplir le tableau. Concernant la périodicité de la production, ils questionnent les vendeurs des marchés qui sont souvent eux-mêmes de petits producteurs ou maraîchers plutôt que des boutiquiers ou marchands de fruits et légumes. Ils se renseignent ainsi sur la période de pleine maturité des fruits et des légumes étudiés, saison pendant laquelle ils sont les plus savoureux et qui reflète leur cycle de végétation naturelle.
- En annexe au tableau, ils peuvent constituer un calendrier individuel des fruits et légumes de saison qui devient un outil de poche pour améliorer leur consommation. La recherche concernant la périodicité des produits les aide à remplir le tableau.

Exemples :

En Europe, les élèves redécouvrent que la pleine saison de la fraise va de mai à juillet... Ils constatent que la saison de la laitue ou de la mâche va de juin à septembre. Ils comprennent que ces aliments sont produits localement tout au long de l'année sous des serres chauffées très consommatrices d'énergie.

Dans les pays du Maghreb, on repère la saison des agrumes (orange, mandarine, pamplemousse) qui n'est pas toujours respectée dans un contexte de cultures intensives abondamment irriguées.

On fait la distinction entre différentes périodicités de production à l'aide des pastilles vertes et rouges dans le tableau.

Exemple :

Pour un produit très largement apprécié comme la tomate, on distingue à l'intérieur d'une même zone géographique, la production de pleine saison dans le cadre de cultures vivrières ou de jardins familiaux, la culture de plein champ exploitée en saison, la culture hors saison sous serre chauffée. On peut distinguer des espèces ou des variétés selon les usages.

3. Qualifier le mode de production des aliments et son impact sur l'écosystème et la biodiversité

- Dans la troisième colonne du tableau, la classe s'intéresse de près au mode de production du produit alimentaire étudié.
- Ainsi, concernant la production alimentaire végétale, les élèves déterminent pour chaque produit :
 - Fait-il l'objet de cultures intensives dans le cadre d'une agriculture conventionnelle ?
 - Est-il un produit de l'agriculture hors sol dans le contexte d'une culture forcée (par accélération du processus de maturation) sous serre ?
 - Est-il issu de l'agriculture intégrée ou de l'agriculture traditionnelle améliorée avec pour objectif des rendements importants tout en réduisant l'utilisation d'engrais ou de pesticides chimiques grâce à la mise en œuvre de stratégies préventives à partir de mécanismes naturels (recours à la lutte biologique grâce à la biodiversité et la présence de prédateurs naturels) ?
 - Est-il un produit de l'agriculture biologique qui préserve l'humus du sol, entretient sa fertilité par la rotation des cultures, exclut l'utilisation de produits chimiques de synthèse, privilégie les variétés cultivées naturellement adaptées au climat et résistantes aux maladies ?

Exemple :

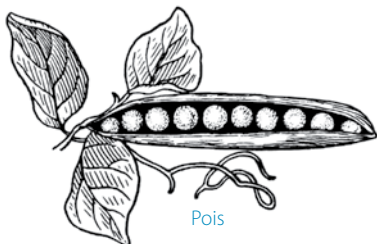
En Californie, l'agriculture intensive est très pratiquée, comme par exemple la laitue dont 80% de la production américaine provient de la vallée de Salinas.

Concernant les productions céréalières américaines, le maïs est produit par une culture intensive mécanisée parmi les plus productives des pays industrialisés ; la culture du blé peut être partiellement extensive, avec moins d'intrants par hectare que les productions européennes, mais elle reste pratiquée sur des terrains usés par les ravages de l'agriculture intensive.

De la même façon, la culture du riz dans le Sud de la Chine et celle du blé dans le Nord du pays se sont intensifiées correspondant à des efforts de productivité pour nourrir un nombre croissant d'individus.

Mais là encore, ces produits alimentaires fabriqués de façon industrielle et de moindre qualité sont largement exportés et destinés à la commercialisation.

- Les élèves spécifient les caractéristiques des modes de production dans la troisième colonne du tableau : pour l'agriculture intensive, ils notent l'utilisation massive d'engrais et de pesticides, ensuite la sélection des semences, la mécanisation de plus en plus lourde, l'exploitation des nappes d'eau pour l'irrigation, la distorsion du marché mondial par des subventions soutenant les exportations...
- Ils associent ces aspects aux pastilles correspondantes (ici rouges).



Pois



Choux-fleur



Aubergine



Goyave



Choux de Bruxelles

- En parallèle à la troisième colonne, les élèves remplissent, pour chaque produit listé dans le tableau, la quatrième colonne, qui évalue l'impact du mode de production du produit sur l'environnement en termes de pertes ou de bénéfices pour l'écosystème et la biodiversité. Ils mentionnent les conséquences précises de ces modes de production.
- Pour cela ils font des recherches préalables : avec l'aide du professeur et de membres de la communauté scientifique locale, ils recherchent des indicateurs, se renseignent sur les taux de pollution, les pourcentages de terres dégradées, localisent ces terres, évaluent l'appauvrissement du stock génétique régional, la réduction des populations d'espèces, la diminution des réserves d'eau.
- Ils soulignent ensuite les pertes énumérées pour l'écosystème et la biodiversité à l'aide des pastilles adéquates (encore rouges en l'occurrence).

Exemple :

Les résidus des substances chimiques de synthèse (biocides, engrais) constituent une source importante de pollution de l'air, des sols et des eaux. Les pesticides, insecticides présents dans l'air dégradent les fragrances florales, les hormones et phéromones, affectent de nombreuses espèces et les activités de pollinisation et de reproduction ; les excès d'engrais créent des surplus de matières azotées dans le sol et les rendent salins ; les nitrates ruissellent vers les eaux de surface ou s'infiltrent dans les nappes souterraines polluant les ressources hydriques. Des résidus peuvent être détectés dans les denrées produites : on constate parfois une toxicité des organismes aquatiques, des poissons de rivière par bioaccumulation. D'autres conséquences peuvent être : la diminution de la teneur organique des sols non rechargée ou non entretenue du fait de l'intensification des cultures, l'imperméabilisation des sols du fait d'un tassement par le passage d'engins lourds...

- Les élèves se concentrent ensuite sur les produits de l'élevage.
Ils mettent en exergue une corrélation entre les cultures intensives et l'élevage intensif qui vise à augmenter la productivité en raccourcissant la phase de croissance de l'animal.
- Ils listent les caractéristiques de ce mode de production : concentration d'un grand nombre d'animaux et inconfort total de vie pour ceux-ci, qualité moindre des produits tout au long de la chaîne : de l'alimentation des animaux à la denrée produite au final (viande et produits dérivés de l'élevage), recours à des traitements antibiotiques.
- Par le jeu des pastilles, ils signalent les pertes pour l'écosystème qu'ils formulent au préalable: l'élevage intensif provoque une déforestation importante dans certaines régions du monde (Amérique du Sud, Asie du Sud-Est) ; le manque de surfaces d'épandage suffisantes pour l'élevage porcin notamment fait que la quantité de déchets animaux est trop importante pour être absorbée par les terrains et entraînent une pollution des eaux par ruissellement (Bretagne en France, Chine) ; l'augmentation des cheptels pour la production de viande bovine génère une grande quantité de méthane (gaz de digestion des animaux) qui constitue 18% des gaz à effet de serre...
- Ils se focalisent d'autre part sur les situations où l'écosystème **bénéficie** des modes de production.

Exemple :

Une des principales préoccupations ou caractéristiques de l'agriculture biologique est le maintien de la fertilité du sol dans une perspective de durabilité. En conséquence, la reconstitution permanente de la fraction organique et vivante du sol repose sur des mesures concrètes : rotation des cultures, épandage de légumineuses, recours à des cultures temporaires d'engrais verts (seigle, légumineuses selon les cas). Voir Vol I. Partie 2, p. XX.

- Les élèves valorisent ces mesures dans le tableau comme des **bénéfices** pour l'écosystème.

Autre exemple :

Dans des régions du monde où la couche arable est particulièrement exposée aux conditions climatiques, les agriculteurs optent pour des mesures proches de l'agriculture traditionnelle améliorée ou l'agro-écologie en réduisant les labours, en optant pour le semis direct sous couverture végétale (à la place de la traditionnelle agriculture sur brûlis).

- En fonction des modes de culture ou d'élevage abordés (qui doivent refléter la plus grande diversité possible), les élèves ajoutent de nombreuses pastilles vertes.

4. Evaluer au final l'état des services d'approvisionnement en nourriture des écosystèmes de la région

- En dernier lieu, les élèves procèdent au comptage des pastilles vertes et rouges et évaluent l'état de dégradation ou de conservation des services d'approvisionnement en produits issus des cultures, de l'élevage, de collecte ou de chasse.
- Ils n'omettent pas d'évaluer les produits issus de la flore ou de la faune sauvage qui présentent traditionnellement une utilité directe pour l'alimentation. Leur usage est souvent régi par des codes, des modes de gestion respectueux des écosystèmes qui ont tendance à être délaissés ou mis de côté du fait de pratiques visant des bénéfices financiers rapides et faciles.
- Le comptage des pastilles vertes et rouges permet aux élèves de parvenir à une sorte d'évaluation, par produit, de l'état du service d'approvisionnement dans une cinquième colonne. Ils procèdent en 2 temps (dans 2 demi-colonnes) :
 1. Le service est-il rentable ? Maintenu dans son rendement ? Ou au contraire est-il peu rentable ? Montre-t-il des signes de dégradation, d'épuisement (surexploitation des produits de la pêche, érosion des terres) ?
 2. Le service est-il durable dans le contexte de l'environnement local et global ?
- Dans une sixième et dernière colonne, les élèves déterminent si le service d'approvisionnement remplit sa fonction première qui est celle de nourrir la population ?

Permet-il de bien approvisionner la population en nourriture ? Entretient-il l'équilibre alimentaire ? Participe-t-il au maintien de la santé publique ?

- On évalue notamment l'impact de modes de production des denrées animales et végétales sur la santé humaine. Quels sont par exemple les risques sanitaires engendrés par les aliments ou les traitements donnés aux animaux (en aquaculture intensive on produit une tonne de saumon d'élevage à partir de 5 tonnes de poissons sauvage réduits en farine ; suite au recours à des traitements chimiques ou antibiotiques, on retrouve des substances pathogènes, cancérogènes et mutagènes dans les aliments...).



Epi de maïs

Tumulus

Cultivateurs

Scénarios divergents à partir des services de soutien et de régulation

A travers l'écriture de scénarios proposée dans cette activité, les élèves se concentrent sur le rôle des **espèces clés de voûte** (voir Act. 4, para. 3) dans le fonctionnement et l'entretien des services de soutien et de régulation des écosystèmes.

L'élaboration de textes en groupe, à plusieurs mains, et selon des scénarios différents, permet d'identifier la portée et les étapes du rôle écologique de ces espèces.

- Il est primordial que la classe, guidée par l'enseignant, s'attache à choisir des espèces dont les traits fonctionnels interviennent directement dans la fourniture des services de soutien et de régulation comme les champignons parmi les micro-organismes du sol, qui participent au recyclage de la nécromasse, au traitement naturel des déchets et au cycle des nutriments... ou comme les agents pollinisateurs et disséminateurs qui influent sur la production de matière vivante, sur l'évolution des populations d'espèces (reproductibilité, densité, répartition), sur l'offre en habitats naturels.

On peut encore citer les espèces à l'origine du phytoplancton ou des récifs coralliens, si importantes pour la photosynthèse qui s'exerce au niveau marin et dans l'accomplissement des cycles combinés de l'oxygène et du carbone... ou encore par les organismes « ingénieurs » comme les vers de terre ou les castors qui, de façon différente, influent directement sur l'élaboration et la transformation des milieux, créant ainsi les conditions de vie favorables et les habitats d'une biocénose spécifique.

- Une fois leur choix arrêté, les élèves se concentrent sur l'écriture du premier scénario.

Afin de proposer une méthodologie et des étapes d'écriture pour développer ce scénario, nous considérons **l'exemple des champignons du sol**.



Vorticelle



Escargot



Sauterelle



Champignons

1. Poser les bases d'un premier scénario décrivant le maintien des services de soutien et de régulation à partir de conditions favorables

- L'écriture du scénario implique de la part des élèves, guidés par le professeur, une recherche préalable, à travers une phase de documentation, mais aussi sur place, au contact des espèces, des organismes chlorophylliens, près des arbres, en forêt, dans une savane en forêt claire ou en forêt humide.

Il s'agit de mieux comprendre les caractéristiques des diverses catégories de champignons du sol (micorhyziens, saprophytes) ainsi que leurs interactions avec les plantes, leurs associations avec de nombreuses espèces (invertébrés, micro-organismes, bactéries), souvent bénéfiques pour la productivité des écosystèmes et l'entretien des services écologiques.

- Une fois les informations et mécanismes précisés par l'enseignant et bien compris par les élèves, l'écriture collective du scénario débute. Le texte est inventif, alerte, attrayant tout en rendant compte de l'acquisition des connaissances.

Le contexte :

- Les élèves situent l'action du scénario. Le lieu, la base d'un arbre, quel arbre ? Selon la région, les espèces d'arbres diffèrent. Ensuite, à chaque espèce ligneuse sont associées des catégories différentes de champignons. D'entrée de jeu, les élèves précisent ces catégories de champignons et évoquent les espèces fongiques qui peuvent se trouver à l'endroit choisi. Il existe ainsi des champignons nettoyeurs, les saprophytes, qui décomposent la matière morte, de la litière à la cellulose, et d'autres qui influent plus sur le cycle des nutriments en étant symbiotiques, en s'associant avec les plantes vivantes : les champignons micorhyziens.
- En fonction des espèces ligneuses choisies, les élèves décrivent le contexte, l'atmosphère, la litière, les odeurs.

Exemples :

*Dans les régions montagneuses ou tempérées, le cadre très sombre de la pessière à épicéas, avec des saprophytes spécialisés dans la décomposition de la litière de conifères comme l'agaric des bois (*Agaricus sylvaticus*) ; le cadre très rigoureux des futaies cathédrales que constituent les hêtraies avec des décomposeurs de la litière ou de la lignine du hêtre dont la collybie à larges lames (*Megacollybia platyphylla*) ; le cadre plus clairsemé et aérien des bois de chênes, mêlés à d'autres feuillus comme le châtaignier, avec les saprophytes affiliés à ces espèces comme la langue de bœuf (*Fistulina hepatica*).*

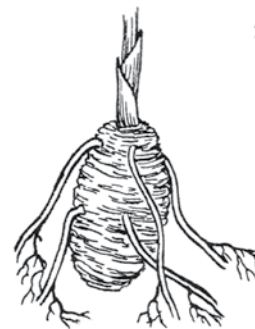
- Ils décrivent ensuite les conditions microclimatiques et les ressources du contexte : la température, les bonnes conditions de protection (le champignon aime la chaleur, un contexte douillet), l'humidité, la lumière, l'altitude, la saison ou période de l'année.

Les organismes en présence :

- La classe va mettre évidence les acteurs du scénario en décrivant les espèces clés de voûte choisies, en l'occurrence les champignons, ainsi que d'autres espèces compagnes tout aussi indispensables à l'action des champignons.
- Les champignons prennent toutes les formes, de micro-organismes unicellulaires comme les levures, pluricellulaires comme les moisissures, à des formes que les élèves peuvent décrire, dotés de fructification apparente (chapeaux) pour les plus communs. Ceux qui intéressent les élèves (saprophytes, micorhyziens) peuvent avoir des chapeaux variés (des bolets aux morilles (alvéolés) dans les régions tempérées), ils ont surtout en commun des appareils de nutrition filamenteux, ramifiés (le mycélium). Les élèves les décrivent, utilisent des images.
- Dans la phase d'enquête préalable à l'écriture du scénario, les élèves ont foulé la litière, retourné la terre, creusé le sol sur une certaine profondeur, découvert les filaments des champignons, ainsi que leurs espèces compagnes qui peuplent la couche superficielle du sol : vers de terre, cloportes, fourmis (dans les régions de savanes en particulier), collemboles.
- Les explications du professeur permettent de recadrer les informations collectées sur place. La classe peut alors décider de mettre en valeur l'activité de la couche supérieure du sol telle qu'on la saisit. Les élèves mettent en valeur les « acteurs » principaux, utilisent leurs propres mots, l'enseignant recadre.



Vesse de loup



Rhizome



Pyxidium

- L'idée est de transmettre l'activité de cette matrice dynamique qu'est le sol : une zone d'échanges sur plusieurs dizaines de centimètres, influencée par les racines, la matière organique en décomposition, l'érosion des roches et l'action conjuguée de la faune, microflore, et des micro-organismes du sol.
 - Comment ces échanges entraînent-ils des réactions chimiques qui favorisent le développement et le métabolisme de bactéries très variées ? Comment les exsudats racinaires stimulent l'activité microbienne et bactérienne, beaucoup plus importante que dans un sol sans racines ? Comment les colonies bactériennes sont les meilleures alliées des champignons « travaillant » au processus de décomposition, au processus de libération des minéraux, de biodégradation des polluants ?
 - Comment les sols sont-ils oxygénés ? Le processus de décomposition favorisé ? La présence de bactéries aérobies, vivant grâce au dioxygène, permise ? Grâce à l'action des vers de terre. Quel est le rôle essentiel des vers de terre en amont du rôle des champignons ? L'intérêt de leurs terricules qui contiennent des agrégats du sol modifié et qui disséminent des patches de nutriments... de précieux compagnons, dont on pense qu'ils régulent la diversité et la répartition des micro-organismes du sol.
 - Quel est le rôle d'autres espèces compagnes, essentielles dans certains écosystèmes, organismes ingénieurs, nettoyeurs, sans lesquels l'écosystème se déconstruirait, et tout aussi indispensables à l'action écologique des champignons ? Le rôle d'invertébrés fouisseurs comme les bousiers qui enfouissent des tonnes de matière organique dans les régions d'élevage de la planète... celui des fourmis des formations buissonnantes, des savanes au « mallee » australien, qui rapportent incessamment des débris de feuilles ou de brindilles dans les champignonnières de leurs galeries qu'elles mâchent et régurgitent pour fournir un compost idéal à la culture des champignons...
- Le récit est vivant, surprenant, en premier lieu éclairant sur cette micro-vie à l'échelle de la rhizosphère que l'on ignore souvent, mis en forme par les élèves et recadré par l'enseignant.

Il révèle une fois de plus la chaîne de la biodiversité, constituée d'organismes dynamiques souvent sous-estimée.

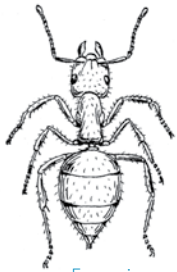
2. Mettre en valeur le rôle fonctionnel des champignons dans les services écosystémiques au cœur du scénario

- Les élèves se concentrent enfin sur les **fonctions écologiques** des champignons dans l'écosystème. Ils mettent en valeur la capacité d'un groupe d'organismes à soutenir le fonctionnement et à améliorer la productivité de l'écosystème. De ce fait, de nombreuses études tentent d'analyser et de chiffrer la valeur économique et écologique de ce rôle fonctionnel.
- Dans un premier temps, les élèves illustrent la capacité des **champignons saprophytes** à mobiliser les ressources du sol en dégradant la matière organique, ce qui altère également la matière minérale. Ils sécrètent des enzymes puissantes qui peuvent décomposer la litière (feuilles, brindilles) mais également la matière organique la plus résistante (cellulose, lignine) sur le bois mort. L'association avec les bactéries jouent à plein puisque seuls les champignons et les bactéries peuvent décomposer ces substances.
- Puissance de pénétration et de décomposition, relais entre espèces également... les élèves insistent sur la succession des différentes espèces de champignons au fil des étapes de décomposition d'un corps organique.

Des feuilles à la lignine, tout d'un arbre est recyclé, et l'ensemble de ses éléments chimiques réintégré dans la chaîne trophique. Jusqu'aux champignons humicoles (spécialistes de l'humus comme les marasmes ou collybies) qui affinent la matière morte en recyclant les éléments nutritifs dans le sol. (Voir texte manuel de référence sur la biodiversité pp XX).



Feuille d'orme



Fourmi

Recyclage de la nécromasse, constitution de la base trophique de l'écosystème, cycle des nutriments, entretien de la fertilité de l'humus, traitement naturel des déchets, les champignons saprophytes participent par de nombreux aspects aux services de régulation et de soutien générés par les écosystèmes.

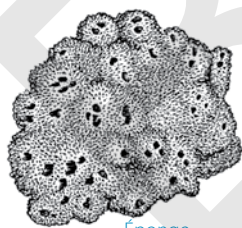
- Les élèves illustrent le rôle fonctionnel des **champignons mycorhiziens**.

Ils montrent à quel point ces champignons améliorent la nutrition des plantes et favorisent de façon notable la production de biomasse.

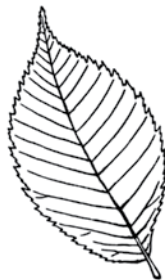
Les champignons ne se déplacent pas et ne synthétisent pas leur propre énergie sous forme de composés de carbone, contrairement aux végétaux qui produisent eux-mêmes ces éléments grâce à la photosynthèse. Ayant besoin d'une source de carbone externe, le champignon mycorhizien colonise les racines d'une plante, a fortiori d'un arbre. On parle de symbiose ou d'association symbiotique entre un champignon (myco) et les racines (rhize) d'un arbre, de mycorhize. Il s'agit d'un « accord » réciproque car si le champignon retire des sucres (composés carbonés) de la plante, celle-ci assimile de nombreux nutriments grâce au champignon...

- Les élèves mettent en lumière les étonnants échanges de nutriments entre plantes, du fait de la présence des champignons... d'étonnantes prouesses ayant lieu sous terre à l'abri des regards... que nous ignorons bien souvent. Autour du carbone par exemple : une forte proportion des composés photosynthétisés d'une plante peuvent être remis à la disposition des micro-organismes, dont les champignons mycorhiziens. Dès lors, quand un même champignon colonise les systèmes racinaires de plusieurs individus, il peut se produire des échanges de carbone d'une plante à l'autre par l'intermédiaire des champignons! Ainsi un sapin plutôt rabougri et poussant dans un endroit ombragé bénéficiera de l'apport carboné d'un bouleau situé à proximité et bien exposé au soleil pour compléter les besoins de sa photosynthèse...
- S'intéressant de près aux échanges de nourriture, les élèves peuvent identifier le « repas complet » servi aux arbres par les champignons ! Ils ont recours à des images, à des comparaisons. Ils sont un peu les « maîtres de la distribution »...

Les champignons mycorhiziens ont un appareil digestif constitué d'un réseau d'hyphes comparable à des filaments parfois très étendus. Ceux-ci peuvent s'infiltrer dans les racines des arbres et former autour un amas d'hyphes, un manchon, sorte de manteau fongique à l'intérieur duquel les échanges symbiotiques se réalisent au niveau intercellulaire.



Éponge



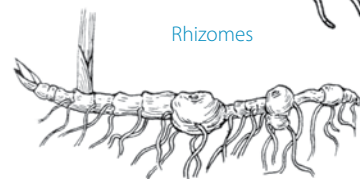
Feuille serrulée



Feuille dentelée



Rhizomes



Les hyphes en un sens « prolongent » les racines de l'arbre car couvrant un vaste territoire, ils leur donnent accès à des dépôts de nutriments inaccessibles.

Ainsi, les champignons alimentent les résineux notamment, pins ou sapins, les feuillus forestiers comme le bouleau ou le hêtre en macro-éléments particulièrement difficiles à obtenir comme le phosphore (séquestré par ses composants) ; en azote également, ainsi qu'en oligo-éléments comme le fer ou le manganèse, et en eau...

- Dans la grande fabrique de l'écosystème, les élèves rendent compte de l'importance des maillons dynamiques que constituent ici et là les champignons : ils modulent, augmentent des flux efficaces de minéraux (azote, phosphore) dans l'écosystème, participent activement aux grands cycles biogéochimiques de la planète, alimentent en matière carbonée les plantules en développement, influencent de ce fait la composition des communautés végétales, servent d'intermédiaires entre plantes, ne craignent pas de se démultiplier, de se diversifier, ni même de se « connecter » à d'autres réseaux (un même arbre peut s'associer à plusieurs mycorhiziens) ! Ils entretiennent pour toutes ces raisons les services de soutien et de régulation des écosystèmes. Ils protègent même les plantes des organismes pathogènes ou des polluants en bio-accumulant par exemple les métaux lourds ou en les retenant dans le manteau fongique...

Au fil du texte, les élèves traduisent la mécanique du sol à travers les acteurs de réseaux que sont les champignons.

3. Elaborer un second scénario décrivant la dégradation des services de soutien et de régulation à partir du déclin des champignons

Pour finir, les élèves élaborent un second scénario où ils imaginent les conditions néfastes qui peuvent perturber et à plus long terme détruire le cadre d'action des champignons, les organismes en présence et l'action bénéfique des organismes fongiques.

Parmi les causes de perturbation, ils peuvent choisir : le labour avec retournement du sol ; la modification drastique du sol qui perturbe le milieu et affecte les espèces. Egalement le tassement du sol par les engins, les moissons intensives, le pâturage excessif, le piétinement du sol par le bétail.

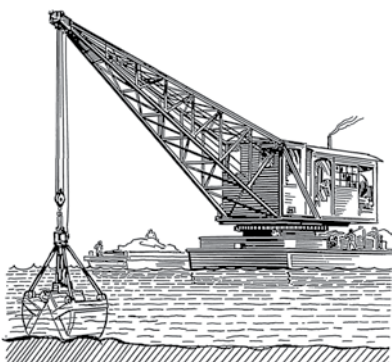
En forêt, ils font référence à l'impact des coupes à blanc ou coupes rases qui entraînent un bouleversement des paramètres biochimiques, climatiques et microclimatiques du milieu.



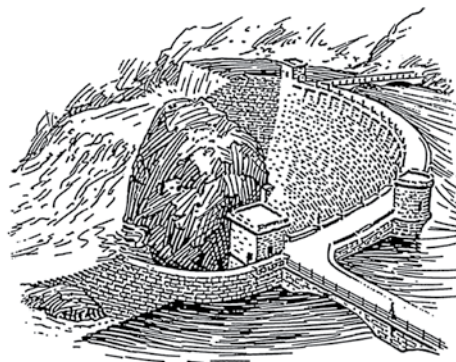
Tamis



Rondin



Drague



Barrage

- Ils expriment les effets sur les communautés d'espèces.

Les paramètres physico-chimiques comme l'acidité, l'alcalinité, la présence de dioxygène, de carbone via le sol, la température, étant très importants pour le développement des bactéries, les communautés bactériennes se trouvent profondément modifiées ; des bactéries inoffensives, bénéfiques souvent très utiles dans les processus de régulation environnementaux (type rhizobium, aérobies) se raréfient voire disparaissent.

- Quelle que soit la région, la classe expose dans son récit le facteur néfaste de la fertilisation azotée dans les champs et en sylviculture, les surplus d'azote engendrés, les dépôts acides et azotés en forêt.

On nuance (d'après études) les effets de ces polluants (oxydes d'azote) sur le nombre de carpophores, de champignons saprophytes et sur le travail de décomposition de la litière et de fertilisation de l'humus. On expose leur lien direct avec l'érosion de la diversité des mycorhiziens, la réduction de la capacité de ces organismes à mycorhizer et leur impact biologique sur la formation même des structures de la mycorhize.

- Les élèves imaginent alors une forêt appauvrie en mycorhiziens. L'effet sur la santé des arbres, sur la vitalité globale de la forêt où les espèces échangent moins d'éléments nutritifs. Pour certaines espèces, comme le pin noir d'Autriche sur sol calcaire, la croissance est quasi nulle sans l'apport des mycorhiziens. Pour d'autres, comme l'érable sucrier, de précieux échanges avec des plantes herbacées disparaissent. Les réseaux se détériorent. La forêt change d'aspect. Rappelons que dans les régions tempérées toutes les racines des arbres forestiers sont en relation symbiotique avec des champignons...

- Ils introduisent de nouveaux facteurs de dégradation avec l'apparition d'une maladie, d'une espèce envahissante, d'un ravageur, d'un phénomène climatique comme une intense période de sécheresse. En l'absence des mycorhiziens, les arbres se défendent mal contre les agents pathogènes qui peuvent infiltrer leurs racines ; ils résistent mal aux perturbations climatiques, à la canicule ou au gel sans l'apport d'eau des champignons.

Les services de régulation et de soutien de l'écosystème ne parviennent plus à maintenir ou à restaurer son équilibre écologique. L'écosystème est dégradé.

4. Rapprocher les deux scénarios et en tirer certaines conclusions

- En conclusion, les élèves reprennent leurs scénarios et en déduisent les actions concrètes à privilégier pour maintenir ou favoriser l'activité fongique du sol.
- Ils mesurent par exemple l'importance de la conservation de la diversité forestière.

Plus les peuplements d'une forêt sont divers, plus la variété des mycorhiziens est grande, car chaque essence a ses partenaires symbiotiques. De plus le système racinaire d'un seul arbre abrite souvent plusieurs espèces de mycorhiziens. La biodiversité multiplie leur présence et optimise l'efficacité de leur action.

- Ils peuvent faire référence à des actions spécifiques : lors de grands travaux d'abattage en forêt, il est essentiel de préserver les jeunes pousses encore sur pied en ménageant des accès ou en balisant des parcours pour le passage des engins. Ces jeunes plants concourent à la réimplantation des champignons dans une nouvelle génération d'arbres car l'on sait que les organismes fongiques ne disparaissent pas lorsque qu'un arbre est abattu, mais survivent un temps dans le rhizome des souches, grâce aux réserves carbonées. Cela permet de maintenir une partie des réseaux en activité.

Dialogue et mobilisation autour de l'agriculture durable

Avec la mise en œuvre des activités de la partie 2 du livret, les élèves ont pu réaliser à quel point, dans notre quotidien, nous dépendons tous de la biodiversité qui garantit le fonctionnement des écosystèmes et des irremplaçables services que ceux-ci nous rendent.

Les deux dernières activités (9 et 10) notamment, ont permis de mesurer les conséquences du déclin massif de la biodiversité sur nos conditions de vie (concernant en particulier l'approvisionnement en nourriture et la dégradation de la qualité des sols).

- La classe enchaîne avec une discussion-bilan posant l'enjeu que représente la conservation de la biodiversité dans le contexte agricole, son utilisation de manière durable et le partage équitable de ses bénéfices, tels que préconisés par la Convention sur la diversité biologique.
- A cet effet, les élèves et l'enseignant invitent les acteurs locaux en classe de manière ciblée : un agriculteur impliqué dans la dynamique de conservation, un décideur ou un élu mobilisé sur le plan politique et administratif, un scientifique ou un professionnel de l'environnement qui encadre des actions de conservation et connaît le contexte local de manière approfondie.



Outil pour le flottage des bois



Sillons



Faux

1. Amorcer la discussion autour des différents aspects de la conservation en agriculture

- Les élèves se posent en animateurs du débat. Ils préparent des fiches de questions préalablement choisies. Il ne s'agit pas d'en prévoir une pléthore mais d'avoir quelques questions ciblées et de veiller aux enchaînements.
- On peut partir de l'expérience de l'agriculteur en matière de conservation, de la biodiversité notamment.
- On se situe d'abord à l'échelle du paysage.

Quel rôle l'agriculteur joue-t-il dans l'entretien du paysage ? Inscrit-t-il sa pratique à l'échelle du paysage ? Pense-t-il le paysage dans sa globalité et son échelle intégratrice ? Entretien-il des aménagements paysagers comme les haies, les bandes boisées, des bandes florales ? Est-il soucieux de la connectivité des milieux fermés et des milieux ouverts ? Entretien-il les lignes de force des structures paysagères ?

Les élèves le questionnent sur les espèces qui caractérisent les aménagements paysagers. Quelles sont celles qui optimisent ces aménagements ?

Exemple :

En régions tempérées, à la base des haies, des arbres de petite taille comme le noisetier (*Corylus avellana*), le charme (*Carpinus betulus*) ou le saule (*Salix*) selon les milieux, mélangés à des arbustes comme la ronce (*Rubus fruticosus*), le sorbier des oiseleurs (*Sorbus aucuparia*) associés à des plantes grimpantes comme le liseron des haies (*Calystegia sepium*) ; également, parfois des arbres de haute tige comme le frêne commun (*Fraxinus excelsior*) ou ailleurs le peuplier blanc (*Populus alba*).

- Naturellement, les élèves interrogent la relation entre l'entretien des aménagements paysagers ou agro-écologiques et des écosystèmes riches en espèces.

Ceux-ci n'induisent-ils pas une polyculture associée, une mosaïque de champs, prairies, pâturages et forêts, une diversité des usages de la terre ?

La biodiversité ne se traduit-elle pas à l'échelle du territoire en termes de diversité du paysage ?

- En questionnant les acteurs en présence, les élèves vont analyser la relation entre *) protection de la faune sauvage et conservation de la biodiversité puis entre *) maintien de la biodiversité et amélioration de la pratique agricole, moins polluante, avec l'agriculture intégrée ou l'agriculture biologique.

2. Se concentrer sur la conservation de la biodiversité locale

- On tente ensuite d'évaluer collectivement les actions menées en matière de protection de la faune sauvage ?

Quelles actions par exemple apportent du bien-être à la faune et permettent de la protéger ?

Exemples :

Lorsqu'on fait subir un événement perturbateur au milieu, comme une coupe rase en forêt ou un processus de labourage aux terres cultivées, il est important d'en limiter le plus possible les effets, en conservant par exemple les jeunes plants forestiers ou en observant des périodes de repos des terres les années sans labour. Les habitats naturels des espèces (riche faune forestière, micro-organismes du sol) sont alors préservés.

Autre exemple :

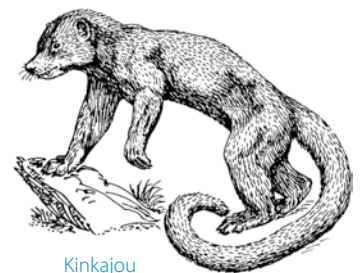
Une meilleure compréhension et une caractérisation fonctionnelle de la symbiose entre les champignons mycorhiziens, la microfaune du sol et les espèces forestières permet d'améliorer la croissance des arbres et la sylviculture.

- Les élèves recensent les actions bénéfiques pour la biodiversité locale, celles qui permettent de prendre soin, de régénérer les interactions et processus engendrés par les espèces vivantes au sein de l'écosystème. Quelles sont les espèces à protéger, à maintenir en priorité ? Comment les maintenir ? Comment régénérer le cas échéant les interactions et processus qu'elles engendrent ? En faisant éventuellement appel à quelles autres espèces ?
- Grâce au dialogue avec les acteurs présents, la classe élabore une liste des espèces concernées par les actions de protection et de conservation.
- Ils s'intéressent par exemple aux espèces constitutives des aménagements agro-écologiques qui permettent **un retour ou un maintien des populations d'auxiliaires des cultures**.

La classe s'attache dans ce cas précis à obtenir des détails :



Kangourou



Kinkajou



Kiwi

- On part des populations de ravageurs à maîtriser, araignées, doryphores, pucerons comme le puceron jaune des nervures (*Callaphis juglandis*) sur noyer, ou encore les mouches, comme la mouche de l'olive (*Bactrocera oleae*) dans les oliveraies ;
- On identifie ensuite les espèces animales auxiliaires en distinguant si possible les parasitoïdes – dont les larves se développent au contact des ravageurs comme dans le cas des guêpes (hyménoptères) utilisées pour maîtriser les pucerons ou la pyrale du maïs – des prédateurs qui consomment directement les ravageurs comme les coccinelles, les chrysopes ou les syrphes.
- On remonte enfin aux espèces végétales préconisées dans les bandes fleuries pour attirer les auxiliaires et développer leurs peuplements. Il peut s'agir de plantes messicoles, associées aux cultures, comme le bleuet des champs (*Centaurea cyannus*) ou les anthesis comme *Anthemis altissima* ou *Anthemis arvensis* qui, en attirant les syrphes et les chrysopes, « veillent » particulièrement bien sur les cultures de céréales, sur les vignes, les vergers, parmi lesquels les vergers méditerranéens non irrigués...
- Les élèves prennent des notes, les participants mettent en valeur la conservation de la biodiversité à travers les actions entreprises, le maintien d'espèces locales ciblées, le renforcement des processus et des interactions qui sont bénéfiques pour la santé, le dynamisme et, par extension, pour la productivité de l'écosystème.
- La classe s'appuie sur les chiffres, les résultats d'évaluation rapportés par les acteurs de terrain (dont les scientifiques présents). On les étudie, les interprète :

Quels sont les impacts effectifs de l'optimisation du caractère fonctionnel de la biodiversité sur la dimension écologique et économique des services ?

On met ainsi en valeur d'autres aspects de la biodiversité qui peuvent être évalués.

– Quelles espèces favorisent **l'action des pollinisateurs des cultures** par exemple ?

– Après la chaîne des espèces locales de la lutte biologique, on recense la chaîne des espèces associées au cycle de végétation et au cycle de développement des producteurs...

Exemples :

*Partout dans le monde, de nombreuses espèces cultivées qui assurent des approvisionnements alimentaires essentiels comme les espèces à graines oléagineuses, les cultures fruitières, ainsi que des cultures destinées à la transformation ou à l'industrie sont pollinisées par les abeilles (essentiellement les abeilles sauvages), et plusieurs autres par les thrips, guêpes, mouches, coléoptères, phalènes et autres insectes. En Malaisie, la pollinisation du palmier à huile a été largement assurée par un charançon (*Elaeidobius kamerunicus*). Au Mexique, les cultures de papayes (*Carica papaya*) sont pollinisées par le sphinx, un papillon de la famille des Sphingidés, alors que certaines espèces d'agaves le sont par des espèces locales de chauve-souris... Les rendements de cultures horticoles, comme les orchidées, sont améliorés par les services de pollinisation dispensés par les colibris ou d'autres petits oiseaux... Il est donc essentiel de protéger les pollinisateurs sauvages en introduisant des plantes mellifères à proximité des cultures pour satisfaire leur alimentation en dehors des périodes de production de nectar par les plantes cultivées ou lors de leur migration...*

*Parmi les plantes mellifères ou nectarifères pouvant attirer ou préserver les pollinisateurs, on peut citer les plantes ayant des fleurs à corolles profondes : Fabacées, Lamiacées, Scrofulariacées, Boraginacées, les plantes herbacées aromatiques ou fortement mellifères comme la bourrache officinale (*Borago officinalis*) en Europe ; Citons encore le sainfoin cultivé (*Onobrychis viciifolia*), les plantes ligneuses fruitières dont le merisier (*Prunus avium*), fortement butinées par les abeilles. Les fleurs de sureau, elles, attirent les syrphes.*

- On relance le débat sur d'autres points : quel est l'intérêt concret de la **diversité génétique** ?
- La classe peut demander certains éclaircissements : pourquoi la diversité génétique existant au sein de la population d'une espèce et entre les populations de cette espèce est-elle indispensable pour l'espèce ?
- Soutenus par l'équipe pédagogique renforcée (présence du scientifique), la classe précise en commun la réponse : sans la diversité génétique, l'espèce ne peut ni survivre, ni évoluer. Elle a besoin de la diversité génétique pour se régénérer, résister aux maladies, compenser les modifications de l'environnement naturel.

- L'agriculteur le sait bien puisqu'il pratique l'amélioration génétique souvent de manière artisanale. Il peut alors mettre en valeur le sens de son action sur ce point.

Comment la méthode traditionnelle d'amélioration génétique fait souvent appel à une sélection faite à partir de variétés locales indigènes ? Comment consiste-t-elle à protéger et préserver des individus spécifiques à l'intérieur des populations d'une espèce et d'une population à l'autre ? Comment les agriculteurs savent ainsi identifier et conserver des variétés rustiques différentes à l'intérieur d'une même espèce ou entre des espèces proches, à l'image des agriculteurs africains avec le sorgho, le mil, le fonio (*Digitaria exilis*) et le tef (*Eragrostis tef*) ? Comment l'amélioration consiste à introduire des spécimens sélectionnés de variétés différentes à l'intérieur d'une espèce pour favoriser la fertilisation mutuelle ; ceci dans le but d'obtenir certains résultats escomptés comme d'améliorer la résistance de l'espèce au froid, à la sécheresse, aux maladies.

- La discussion entre les intervenants peut rebondir avec des échanges sur l'introduction, l'utilisation de cultivars améliorés ou de variétés hybrides obtenus par la génétique moléculaire.
- La discussion reste ouverte, riche, profitable ; les élèves continuent leur prise de notes.

3. Faire le lien entre conservation de la biodiversité et pratique agricole améliorée

- Les élèves font ensuite naturellement l'enchaînement avec la manière dont les actions de conservation de la biodiversité, menées localement, ont une influence sur la pratique agricole proprement dite.
- La conservation de la biodiversité n'implique-t-elle pas une réduction significative de l'utilisation de pesticides, herbicides, fongicides ? N'implique-t-elle pas la connaissance des insectes, oiseaux et autres prédateurs ou agents pollinisateurs et de leur mode de vie ? N'implique-t-elle pas la très bonne connaissance des espèces sauvages locales de la flore comme de la faune, le recours à celles-ci, une connaissance des conditions d'introduction des prédateurs ou des agents biologiques pour renforcer certains processus, voire le maniement de certains outils de diagnostics ou d'évaluation comme le comptage des populations ?
- Les élèves cherchent à savoir jusqu'où l'agriculteur s'est engagé dans l'amélioration de sa pratique agricole. Ils précisent quelques questions.

- Opte-t-on clairement pour une pratique d'**agriculture** dite « **intégrée** » qui vise à réduire considérablement l'utilisation de pesticides chimiques, à supprimer les plus toxiques pour les espèces et le milieu ?
- Pratique-t-on le désherbage mécanique, surtout au pied des arbres, pour préserver les mycorhizes et met-on en œuvre des stratégies préventives basées sur les mécanismes naturels comme la lutte biologique, en utilisant les prédateurs naturels contre les ravageurs ou parasites des cultures ? N'utilise-t-on les moyens chimiques qu'en dernier recours pour sauver la production ?
- Utilise-t-on la diversité des atouts du vivant comme le patrimoine génétique local en sélectionnant des variétés à partir d'espèces typiques et bien adaptées (aux micro-milieus, aux maladies) ? Combine-t-on les moyens biologiques à des moyens physiques comme la prise en compte de l'exposition, de l'ombrage ou l'ensoleillement, de l'effet du vent, du degré d'humidité... des paramètres « intégrés » à la pratique agricole pour améliorer celle-ci ?



Fenouil



Hibous



- La classe questionne l'agriculteur sur ses intentions, ses objectifs :

Pourrait-il évoluer vers une pratique de l'**agriculture biologique** qui interdit l'usage d'engrais ou de biocides chimiques et qui se préoccupe en premier lieu du respect du sol et du maintien de sa fertilité ?

La régénération permanente de la fertilité naturelle du sol ne passe-t-elle pas dès lors par des mesures combinées avec :

- d'une part un système de rotation des cultures intégrant un temps de jachère et de repos des terres et le recours à d'éventuelles cultures cycliques d'engrais verts en fonction des besoins du sol ;
- d'autre part un maintien de la fraction organique du sol (l'humus) grâce à l'apport d'engrais organiques, que ce soit à travers l'épandage de légumineuses à la surface du sol ou par l'enrichissement du terreau à partir de compost.

- L'agriculteur peut préciser ses intentions quant à l'agriculture biologique en tant que forme la plus aboutie de l'agriculture durable. La rotation des cultures implique en effet une polyculture associée, une mosaïque de parcelles dans l'espace comme dans le temps et ainsi une diversité des usages de la terre.

A l'échelle du territoire, cela se traduit par une diversité du paysage.

- Le scientifique présent peut, à ce sujet, rappeler certains faits, chiffres à l'appui :

Plus on favorise la polyculture, plus on produit de biomasse.

Plus un écosystème produit d'espèces différentes, plus il est productif au niveau agricole. La biodiversité augmente la productivité.

En outre, plus on est dans un milieu diversifié, plus le milieu offre une défense contre les organismes nuisibles ou envahisseurs.

La question suivante pour l'agriculteur est de savoir comment la pratique de l'agriculture durable peut assurer suffisamment de rendements. Dans quelles conditions lui permet-elle de vivre ?

4. Aborder la gestion de l'agriculture durable et de la biodiversité par les instances politiques

- La classe revient sur certains aspects de la pratique agricole menée localement.

L'effort d'amélioration de la diversité génétique de la part des agriculteurs est-il soutenu par l'organisation de semenciers locaux, par la mise en place de banques de gènes issues du patrimoine génétique de la biodiversité locale ? Issues également du savoir-faire des agriculteurs, les deux, patrimoine génétique et savoir-faire, protégés par les instances publiques ?

- La classe se tourne vers l' élu, le décideur ou chargé de politique de développement qui a pu se joindre au groupe de réflexion dans le cadre de l'école. Les élèves enchaînent avec des questions précises :

– Le capital génétique de la biodiversité locale est-il reconnu de manière officielle dans sa capacité à contribuer à l'augmentation annuelle de la production agricole, notamment céréalière ? Quelle inscription de la biodiversité dans la prise de décision politique et administrative ?

– Les connaissances traditionnelles autochtones qui présentent un intérêt pour l'exploitation des ressources phytogénétiques au niveau local, national, voire international sont-elles protégées par les instances ? Y-a-t'il adhésion au *Traité international sur les ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture* de la FAO ?

- Existe-t-il pour les agriculteurs engagés dans une pratique agricole d'amélioration et de conservation du patrimoine génétique local (via la biodiversité), un moyen (un droit) de participer de manière équitable au partage des avantages découlant des ressources phylogénétiques (élaboration de cultivars, etc.) ?
- La classe, sur ce point, se renseigne précisément sur le *Protocole de Nagoya*, adopté lors de la COP (Conférence of Parties) en octobre 2010 à Nagoya où les Etats parties à la Convention sur la diversité biologique (CDB) ont adopté un protocole sur l'accès aux ressources génétiques et aux bénéfices tirés de leur exploitation (APA, Accès et partage des avantages).
- On s'interroge sur le mode de mise en œuvre et d'application de ce protocole au niveau de la région où l'on se situe. Permet-il de définir les règles selon lesquelles une entreprise agro-alimentaire, pharmaceutique ou cosmétique peut utiliser une molécule ou une variété sélectionnée issue du contexte local et la commercialiser en partageant les bénéfices avec la collectivité locale ?
- Au sujet du fonds baptisé *Mécanisme multilatéral de partage des avantages*, prévu par le protocole, quand sera-t-il mis en place ? Comment s'applique-t-il à la protection et à la rémunération de connaissances traditionnelles issues de l'utilisation des ressources génétiques ? En effet de nombreux peuples indigènes entretiennent et protègent ainsi des plantes, parfois endémiques, depuis des siècles...*
- La classe questionne ensuite le membre de la communauté scientifique. Quels aspects du savoir traditionnel sont promus, mis en valeur dans la recherche, dans l'élaboration de projets de gestion intégrée des écosystèmes ? Quels aspects de ce savoir sont actualisés, améliorés dans le contexte du progrès scientifique et technique ? A-t-on élaboré une méthodologie pour la rémunération de services environnementaux dans le cadre de projets de conservation ?

*** Voir sur ce point**

Act 11. (bis) Dialogue et mobilisation autour de l'élevage durable ci-après.

5. Faire le point sur les mesures concrètes soutenant l'agro-biodiversité et les initiatives en matière d'agriculture durable

- Le groupe se questionne plus largement sur la rémunération des services environnementaux, sociaux, culturels, fournis par les agriculteurs ?

Exemple :
 En entretenant la présence des haies, les agriculteurs ne contribuent-ils pas à la beauté et à la qualité de certains paysages ? Ne définissent-ils pas une identité visuelle, esthétique, culturelle du territoire et ainsi des aménités environnementales ? Les pouvoirs publics (politiques, institutionnels, administratifs) reconnaissent-ils ces services ? Comme celui de la protection de la faune sauvage et de la gestion de la biodiversité qui dépasse la stricte échelle d'une entreprise d'agriculture durable mais participe à la santé de l'écosystème pour le bien de chacun.



Impatiens



Étoile de Béthlehem



Jusquiame noire



Marronnier

- Plus avant, grâce à des questions préparées au préalable, les élèves se renseignent sur l'orientation de la politique agricole. Si certains services assurés par les agriculteurs sont de l'ordre du bien commun, ne faut-il pas les soutenir en faisant intervenir d'autres règles que celles du marché, en mettant fin aux distorsions engendrées par les subventions aux exportations ? En destinant les aides financières incitatives à encourager ces pratiques de gestion durable des ressources, de sécurité alimentaire et de qualité alimentaire ?
- Engagés dans un dialogue clairvoyant, les élèves, pour finir, cherchent à discuter des moyens de se doter d'une politique agricole forte.
- Ils relancent sur ce point les chargés de politique de développement ou élus présents :
- La rentabilité économique agricole ne peut-elle venir d'un accroissement de la valeur ajoutée locale de l'activité des petits exploitants ? Comment cela peut-il s'opérer ? Facilite-t-on, soutient-on la création de micro-entreprises et d'infrastructures locales (conditionnement, transformation) ? Encourage-t-on les cultures de diversification (agroforesterie, aquaculture), les cultures de « produits de niche à valeur ajoutée » comme les productions locales également destinées à la transformation alimentaire ou industrielle ?

Exemples :

Selon les régions : olive, fruit de l'arganier, palmier, amande, soja, ananas, canne à sucre, betterave, tournesol, lin, colza, chanvre, ricin, cultures fruitières...

- La classe encourage le débat, la diversité des points de vue : l'agriculteur peut tenter de répondre sur ses possibilités réelles de diversification de sources de revenus.

Se lance-t-il, prend-il l'initiative d'activités combinant des cultures, des débouchés divers ? Trouve-t-il un intérêt à être artisan, partenaire d'entreprise, associé en coopérative, en plus d'être producteur ?

Comment les autorités peuvent-elles soutenir ces initiatives ?

Renforcent-elles les marchés locaux (en les stimulant au départ) ?

Développent-elles des filières autour de produits destinés à la fois à couvrir les besoins de la collectivité, à répondre à une demande non saturée du marché interne (produit apprécié à l'échelle du pays, de la région du monde), à générer des débouchés commerciaux pour l'exportation ? Visent-elles ainsi, du local à l'international, à développer un secteur agricole et alimentaire viable et durable...

- Suite à la réunion, la classe, dans les jours qui suivent, s'attache à établir une synthèse écrite et précise de la discussion et l'envoie aux différents participants.

Activité 11 bis

Dialogue et mobilisation autour de l'élevage durable

En fonction du contexte local, la classe peut décider de se concentrer plutôt sur le thème de l'élevage durable dans le cadre de cette activité (11).

De la même façon que pour l'agriculture, les élèves invitent une sélection d'acteurs locaux.

- Ils peuvent partir de l'échelle du paysage et de ses particularités pour ensuite aborder en groupe la question de la conservation des chaînes biologiques d'espèces liées à l'amélioration de la pratique de l'élevage.
- On débat ainsi autour de la conservation d'espèces préconisées pour l'amélioration des pâturages dégradés.

Quelles espèces d'arbres ou d'arbustes fourragers sont ainsi recommandées, selon les régions, pour constituer des clôtures vivantes dans et autour des pâturages ?

- On aborde d'autres thèmes comme la richesse de la composition des prairies, du point de vue botanique.

Quelles espèces d'herbacées et quels régimes d'exploitation (fauches tardives...) des prairies permettent de maintenir une riche composition floristique des prairies ?

Quelles espèces animales participent à la diversité végétale des prairies ? Quelles espèces (avifaune) contrôlent la pullulation d'insectes ? Quelles espèces sont d'intéressants bio-indicateurs de la présence d'autres espèces utiles ?

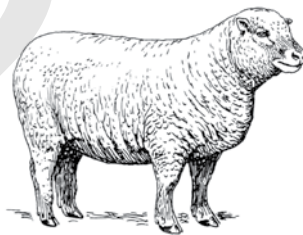
Les prairies, entretenues de manière durable, ne sont-elles pas des réservoirs de diversité génétique pour les espèces fourragères ? Ne contribuent-elles pas ainsi à la diversité des paysages par la diversité intra-spécifique et interspécifique des herbacées et l'entretien des haies ?

Ne peut-on établir une relation entre la richesse de la composition des prairies et la qualité des produits animaux : lait et viande ?

- Les élèves orientent la discussion selon le même développement que dans la première version de l'activité (11).



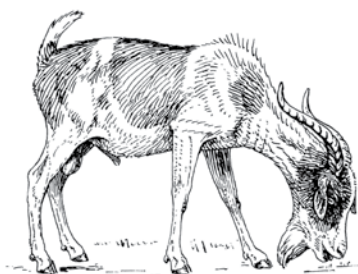
Bruyère



Mouton



Vache



Bouc



Argali



Aurochs

- Ils interrogent leurs interlocuteurs sur la pratique améliorée de l'élevage.

L'enrichissement du capital génétique sert-il un élevage de qualité ?

Le système de production extensif de l'élevage bovin évolue-t-il toujours dans de nombreuses régions du monde par croisement de races locales, orienté vers la production de viande, ou de lait, ou encore vers la production de veaux avec les espèces allaitantes ?

Privilégie-t-on encore des espèces adaptées aux conditions climatiques des différentes régions ? Pour la pâture, des conditions parfois rudes, des espèces résistantes à l'humidité, à la vie de plein air en altitude, rustiques, comme les races Aubrac ou Salers en Europe occidentale ?

- Comment le capital génétique des races et des croisements est-il préservé ?

Existe-t-il à l'échelle de la région (du pays) un dispositif de conservation du capital génétique animal (banque de gènes) ? Fourrager, floristique également ?

N'a-t-on pas constitué, à l'échelle de la région d'élevage, des collections de « matériel végétal » à partir de spécimens et de populations d'herbacées introduites (fétuque, ray-grass, dactyle) mais aussi, dans les pâturages de montagne notamment, à partir d'espèces sauvages apparentées : canche flexueuse (*Deschampsia flexuosa*), fétuque rouge (*Festuca rubra*), fléole des prés (*Pleum pratense*).

- N'a-t-on pas encouragé les producteurs de la région à adopter des pratiques durables d'élevage par la rémunération de services environnementaux ?

Ces services ne reposent-ils pas sur une gestion intégrée de l'écosystème agro-pastoral ou sylvo-pastoral ?

A partir de trois aspects, par exemple :

- la gestion de la diversité biologique des prairies (espèces et flux génétique des herbacées, diversité faunistique) ;
- le maintien de haies et de clôtures vivantes à partir d'arbustes fourragers ;
- l'entretien de races d'élevage indigènes, parfois menacées d'extinction, et pourtant très adaptées aux différents systèmes de production.

Activité 11 ter

Dialogue et mobilisation autour de la sylviculture durable

Toujours en fonction du contexte local, la classe peut décider de se concentrer plutôt sur le thème de la sylviculture durable.

- De la même façon que pour l'agriculture, les élèves invitent une sélection d'acteurs locaux engagés dans une dynamique de conservation : un forestier, un élu local, un ingénieur forestier, un scientifique spécialisé en conservation, le responsable d'une entreprise locale (scierie), un artisan...

Afin de mener la discussion-état des lieux, on peut partir de l'échelle du paysage environnant et de ses particularités pour aborder ensuite les problèmes environnementaux et leur gestion, enfin finir par les bonnes pratiques mises (ou à mettre) en place pour conserver les chaînes biologiques au sein des ressources forestières.

- La classe propose une première évaluation du stade de déboisement des zones forestières environnantes à partir de l'observation du paysage ? Constate-t-on des signes de déforestation massive ?

Résulte-t-elle de la conversion des forêts en terres agricoles ? En terres dévolues aux agro-carburants ? Résulte-t-elle du développement d'infrastructures touristiques (sport de montagne) ?

La situation est bien différente selon que l'on se trouve en Amazonie brésilienne, en Afrique équatoriale, dans une région de forêt boréale ou en zones de montagne européennes...

La classe sonde les participants :

Quelle est la position des autorités (via l'élu présent) sur l'adoption de programmes de développement qui accordent des subsides aux monocultures d'agro-carburants ou à l'installation agricole causant le défrichement de zones forestières ?

- Ensuite, les élèves relancent le débat sur la question plus spécifique de la perte de richesse, de naturalité et donc de qualité des écosystèmes forestiers.

L'extraction du bois est-elle une des causes de la dégradation des écosystèmes forestiers ?

Comment cherche-t-on à y remédier ?

Des plans d'aménagement forestiers (cf. ECOFAC en Afrique, ONF en France, AFD, FFEM) sont-ils élaborés et appliqués pour répondre à ces problèmes en calculant la quantité de bois à prélever sans pour cela détruire ou perturber durablement la capacité de régénération de l'écosystème forestier ?

- Autre aspect de la question abordée par la classe : des coupes d'urgence (bois de chauffe) ou sélectives, le plus souvent incontrôlées, du fait de besoins individuels ou d'activités de commerce illégal ne sont-elles pas une autre cause de la dégradation des essences forestières indigènes ?



Ours brun



Antilope



Goa



Gnou

Quelles mesures sont prises à l'encontre de ces modes d'exploitation déficients ? Quelles actions entreprises pour les décourager ?

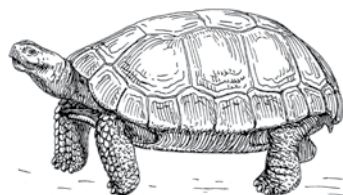
- Les élèves répertorient ces champs d'action et interpellent leurs interlocuteurs :
 1. A travers le développement de combustible ou de source d'énergie alternative ;
 2. A travers la nécessité d'augmenter les retombées économiques de l'exploitation du bois pour les populations locales, notamment par :
 - la gestion de la main d'œuvre et de la chaîne du bois (organisation de la filière) ;
 - le développement d'infrastructures locales : transformation, conditionnement du bois (scieries, usines de palettes), recyclage des copeaux...
 3. A travers la prise en compte des savoirs autochtones des populations, gardiennes de la biodiversité médicinale par exemple :
 - Quelle rémunération des connaissances botaniques et d'usage en médecine traditionnelle par l'industrie pharmaceutique internationale ?
 - Quels droits de propriétés intellectuelles pour les peuples autochtones ?
 - Quelle application du protocole de Nagoya (APA) en matière d'accès aux avantages inhérents à l'utilisation et à la commercialisation de plantes ou de molécules issues du contexte local ?
 4. A travers les actions de conservation menées à un large niveau :
 - Réaliser des inventaires biologiques, floristiques et spécifiquement forestiers ;
 - Mettre en réserve des zones fragiles et à riche biodiversité (point chauds, biodiversity hotspots) ;
 - Protéger des échantillons représentatifs d'essences caractéristiques des dernières forêts primaires ;
 - Constituer des banques de gènes.
 5. A travers la lutte contre le commerce illégal :
 - Rôle de la CITES ;
 - Développement de la certification du bois et application des critères des écolabels (comme FSC) qui garantissent à la fois la certification du produit et des critères de gestion durable tant environnementaux que sociaux et économiques.

A l'intérieur d'une première évaluation du cadre opérationnel et législatif de la sylviculture locale, la classe questionne l'exploitant forestier et le professionnel de l'entretien des forêts sur leurs pratiques et leur mode de gestion et met en valeur les initiatives pertinentes en termes de durabilité :

- gestion du bois mort ;
- prélèvement et gestion des ressources forestières ancrés dans les pratiques traditionnelles ;
- techniques de coupes dans les forêts exploitées (coupes sélective, coupes par bandes, accès réservés) ;
- amélioration des forêts plantées ;
- valorisation du sous-sol, des mycorhizes et des échanges inter-espèces par les réseaux mycéliens...



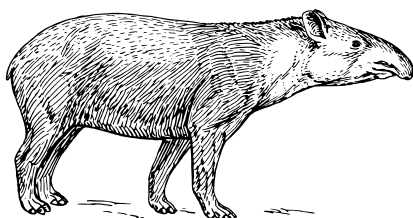
Loup



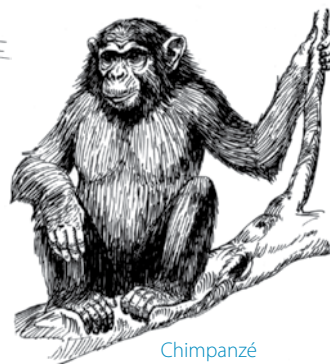
Tortue



Zèbre



Tapir



Chimpanzé

Jardin d'école, jardin bio-divers

Dans cette dernière activité, les élèves commencent à aménager un jardin où ils mettent en pratique et en valeur toutes les connaissances qu'ils ont acquises sur la biodiversité et sa conservation. Ils tentent également d'utiliser le jardin pour étudier et tester la fonction de la biodiversité en tant que telle, son rôle dans la dynamique et la vitalité de l'écosystème (flux de matière et d'énergie, cycle des nutriments, production de biomasse, productivité des cultures, biens et services économiques et sociaux).

L'entreprise que représentent l'aménagement et l'entretien du jardin est une activité qui se déroule sur de nombreuses séances, sur plusieurs saisons, et se perpétue sur des années, inscrite dans un véritable projet d'école.

Les promotions successives d'élèves sont chargées de l'animation, de l'actualisation et surtout de l'entretien du jardin.



Hortensia



Plant de coton

1. Déterminer l'emplacement du jardin d'école et évaluer les conditions du terrain

- La classe, conseillée par des professionnels de l'environnement détermine collectivement le site du jardin. Idéalement, celui-ci doit être attenant à l'école, ce doit être une parcelle d'une superficie minimale (120 m²) qui, si possible, présente un contraste avec des caractéristiques différentes (orientation, exposition au soleil, humidité). La proximité d'un point d'eau, d'une source d'arrosage est primordiale.
- Il est important que la parcelle soit constituée même partiellement d'une couverture végétale, qu'elle soit un milieu vivant, car un sol sans activité depuis longtemps est un sol plus difficile à améliorer.
- Après la visite de plusieurs sites pressentis, on choisit l'emplacement du jardin et on détermine son périmètre précis. Ensuite, on effectue un premier repérage du terrain et de ses qualités.
- Il s'agit de mieux connaître les composants minéraux du sol (s'il est plutôt calcaire ou siliceux) et surtout d'évaluer sa teneur en nutriments.

Peut-on constater un défaut de matière organique ? Dans quelles proportions ?

Peut-on procéder à certains diagnostics à partir de plantes indicatrices ?

- L'enseignant fait appel à un agronome, à un agriculteur, à un forestier, à un jardinier pour procéder à ces diagnostics.

Exemples :

La présence importante de certaines plantes comme le chiendent, l'ambrosie dénotent en régions tempérées d'une carence du sol en matière organique, de sa décalcification. Dans les zones humides forestières, la présence de peuplements importants de molinies, d'agrostis indiquent aussi un lessivage du sol et une perte de matière organique.

2. Procéder à un enrichissement du sol en prévision des cultures

- En fonction des conseils des spécialistes et des diagnostics établis, la classe procède à un enrichissement de la couche superficielle du sol.
- Les élèves prennent conscience que la texture, la structure du sol est importante, ils apprécient sa fraction de sable, de limon, d'argile, ce dernier étant essentiel pour la perméabilité du sol à l'eau et à l'air, pour les échanges hydriques entre les racines et le sol.
- Ils font le constat qu'un sol à enrichir n'est pas brun foncé : il manque d'humus qui lui confère normalement une teinte sombre.
- Après une phase de désherbage manuel de la parcelle, les élèves peuvent préparer la terre en semant un engrais vert sur les espaces réservés aux cultures.

Un engrais vert consiste à cultiver temporairement une plante à croissance rapide, choisie selon l'état du sol, pour améliorer sa capacité culturale.

- Cette technique présente plusieurs atouts que les élèves connaissent à ce stade :
 - Un engrais vert peut être utilisé sur un sol érodé ou tassé ; on sème une plante à racines profondes qui pénètre la terre, l'aère et la structure ; le sol est maintenu ouvert, ne devient pas compact sous l'effet du gel ou de la sécheresse.
 - L'engrais vert permet aussi de couvrir le sol qui, autrement, serait nu et exposé aux conditions climatiques parfois trop rudes et au lessivage des nutriments par les pluies ;
 - Enfin, l'engrais vert est surtout utilisé pour équilibrer la teneur d'un sol en nutriments : assurer ou doser un apport d'éléments nutritifs pour les cultures qui suivent.
- Les élèves vont donc choisir une plante qui retient les nutriments en excès du sol ou, au contraire, une plante qui enrichit le sol en éléments nutritifs, comme les légumineuses fixatrices d'azote.

Exemple :

Il existe des systèmes symbiotiques associant les plantes de la famille des légumineuses ou fabacées (luzerne, lupin, trèfle, acacia, soja, arachide) à des bactéries appelées Rhizobium qui s'installent sur les racines profondes de ces plantes et y induisent la formation de nodules à l'intérieur desquels elles fixent l'azote.

Les bactéries alimentent la plante en composés azotés ; le puissant système racinaire des légumineuses diffuse l'azote par ses racines, le remonte en surface et le rend disponible aux cultures qui suivent.



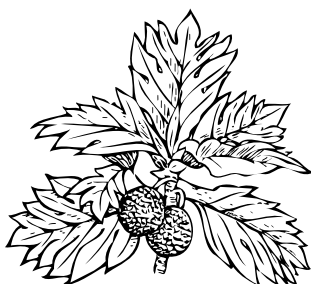
Sycamore



Chardon



Vigne



Arbre à pain



Thuya

- Suivant les conseils avisés des professionnels, les élèves peuvent procéder à des ensemencements de trèfle ou de luzerne. Ils se familiarisent avec les techniques de semis auprès des agriculteurs et sèment leur engrais vert à la volée.

Une fois la plante montée, ils procèdent à son enfouissement dans le sol en utilisant une aide mécanique. L'engrais vert est destiné à être enfoui, ce qui rajoute au sol une couche de matière organique en surface et produit de l'humus favorable à sa structure.

- Dans l'optique de réactiver les fonctions biologiques du sol, la classe peut également opter pour l'incorporation d'engrais organiques. Conseillés par l'équipe pédagogique renforcée, les élèves ont acquis la technique du compostage des semaines auparavant :
- Ils creusent une fosse (grand trou) non loin de l'école et du site du jardin et fabriquent leur compost en fonction des amendements organiques à réaliser.
- Ils accumulent dans le trou des amas de feuilles mortes, des boues diverses provenant d'amas sédimentaires, de bassins d'épuration, des débris issus d'ordures ménagères, épluchures de fruits et légumes, restes de repas, restes végétaux arrachés, coupés lors de travaux de jardinage à l'exception des plantes coriaces, type chiendent, des herbacées dont les graines sont montées, des espèces très vénéneuses type aconit, grande ciguë, digitale...
- Ils y ajoutent selon les cas des déchets organiques spécifiques : crottes de chèvres, de mouton, lisier (déjections animales seules), fumier (paille et déjections animales), ainsi que des écorces de plantes ligneuses, de la tourbe, des copeaux et autres résidus cellulosiques, des chaumes.
- Ils recouvrent le tout d'une couche de terre, laissent reposer le mélange plusieurs semaines sans oublier de retourner et d'arroser le tas régulièrement pour accélérer la décomposition.
- Avant de procéder aux semis ou à la plantation des cultures, les élèves répandent le compost obtenu sur les surfaces réservées ; ils retournent la couche de terre supérieure, ce qui permet de l'aérer et la mélangent en quantité égale au compost.

Ce processus est destiné à combler certains déficits : un compost avec ordures ménagères dominantes améliore la stabilité structurale du sol et constitue un apport d'azote et de potasse ; les boues d'épuration ont valeur d'engrais et apportent du phosphore, le fumier apporte de l'azote et a valeur d'engrais, l'utilisation de tourbe ou de résidus cellulosiques augmente la rétention du sol en eau...

3. Introduire des plantes ligneuses sur la parcelle

Pour des questions d'ombrage et d'entretien de la fertilité du sol, il est judicieux de prévoir, dès l'aménagement du jardin, l'emplacement puis la plantation d'un ou de plusieurs arbres.

- Les élèves choisissent dans tous les cas des essences « écologiques », reconnues pour leur action sur la vitalité de l'écosystème.

Exemples :

En région sèche, il peut s'agir d'un acacia qui, grâce à son système racinaire exceptionnel peut remonter l'eau des couches profondes (hydraulic lift) ou faire bénéficier une culture annuelle de surface, par exemple une culture de céréales (blé, orge) établie à proximité mais à une distance suffisante, de l'apport azoté qu'il ramène vers la surface ou réinjecte dans le sol alentour par ses excréments radiculaires.

Dans d'autres régions, forestières, humides, les élèves mettent à profit l'action des champignons mycorhiziens du sous-sol : ils implantent dans le jardin des essences forestières abritant plusieurs espèces de mycorhizes dans leur système racinaire et pouvant ainsi s'échanger des éléments nutritifs par le biais des réseaux mycéliens ; un bouleau planté à proximité d'un sapin douglas, les deux exposés à des conditions de luminosité différente, le bouleau va fournir, par l'intermédiaire des champignons, une quantité non négligeable de carbone au sapin moins exposé, que ce dernier fixe par photosynthèse.

- D'autres associations connues pourront ainsi être exploitées par la classe dans l'espace du jardin et mettre en valeur la fonction de la biodiversité dans la dynamique des services écologiques, comme dans le cycle des éléments nutritifs (plantes-sol-micro-organismes).
- Lorsque la décision est prise d'installer un nouvel arbre à un endroit précis du jardin, les élèves défrichent le périmètre et procèdent à la transplantation d'un plant déjà bien développé et préalablement élaboré en pépinière.
- En complément de plantes ligneuses dotées d'incontestables qualités écologiques, les élèves peuvent faire le choix d'introduire au minimum deux arbres ou arbustes fruitiers dans le jardin (en les greffant, il faut introduire deux arbres de la même espèce mais de variétés différentes pour obtenir des fruits). Les fruitiers, en plus de fournir un jour des fruits goûteux et savoureux, attirent de nombreuses espèces vivantes (agents pollinisateurs et disséminateurs) et permettent la concentration d'une densité et d'une diversité d'interactions biologiques sur le site.
- Les élèves devront être patients, attendre plusieurs années avant de goûter les premières amandes, pistaches, cerises, pommes, prunes, abricots, suivant les régions...
- Dans l'intervalle, ils obtiennent l'assistance d'un forestier lors de la plantation à partir de scion ou de demi-tige (obtenu par greffage), puis ils entretiennent et fertilisent régulièrement l'espace du verger pour faciliter la pousse des plants, n'altèrent pas le couvert du verger et son milieu ombragé indispensable à la reproduction sexuée lors des premières floraisons et se limitent à un prélèvement réduit des premiers fruits sur les jeunes sujets...

4. Etablir les cultures dans le jardin

- L'aménagement interne des espaces de la parcelle, l'implantation des cultures, sont, pour les élèves, l'occasion de mettre en pratique ce qu'est l'entretien d'un écosystème viable, salubre, dynamique, où la biodiversité joue pleinement son rôle.
- Le choix des espèces cultivées, la protection des cultures, l'échelle de travail et l'environnement de la parcelle, le maintien de l'activité des auxiliaires, la conservation et la gestion des pollinisateurs sont des aspects abordés et traités en même temps.
- La classe consulte les spécialistes de l'environnement sur tous ces points.

Une stratégie globale est adoptée en consultation avec l'agriculteur, l'ingénieur, le jardinier et les élèves échangent et veillent collectivement à l'inscription de chacune de leur initiative dans le cadre de cette stratégie.



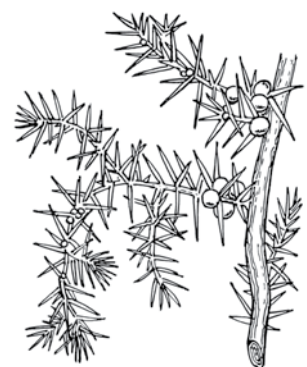
Canne à sucre



Erable à sucre



Citrouille



Feuilles subulées

- Lors de la mise en œuvre des activités précédentes, les élèves ont pu réaliser que les espèces vivantes s'associent biologiquement avec d'autres espèces avec lesquelles elles ont des besoins complémentaires... elles deviennent alors compagnes et peuvent même s'entraider. (cf. Act 4 *Cadre d'une mise en scène de l'espèce dans sa niche*). Des associations végétales qui ont pu être identifiées sont à ce stade adaptées au contexte du jardin.

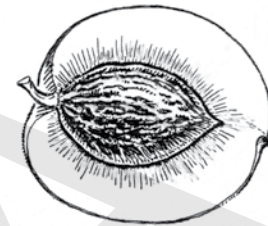
Exemple :

Les cultures de tomates bénéficient de la proximité des fleurs de soucis, capucines ou œillets d'inde qui, en attirant les ravageurs (pucerons, altises, doryphores), protègent les plants de tomates de ces organismes nuisibles.



Faisceau

- Les élèves mettent en pratique une méthode d'organisation de la parcelle par la rotation des cultures qui influe sur l'association des espèces. Faire pousser la même plante sur un même espace du jardin pendant plusieurs années successives peut être dommageable pour le sol ; en effet la plante, en puisant ses éléments nutritifs à une profondeur constante, décharge le sol durablement en composés minéraux et autres nutriments.
- La classe va plutôt alterner cultures de légumes feuilles, cultures de racines et cultures de légumineuses pour tirer profit de la complémentarité de matières organiques et minérales dans le sol. Ainsi au même endroit, on peut d'abord semer des Fabacées ou légumineuses type fève, haricot ou pois (que le jardin se situe dans les Andes ou en Afrique) qui enrichissent le sol en azote, pour enchaîner l'année suivante avec des cultures de légumes feuilles type chou qui bénéficient de l'azote remonté et disponible et clore le cycle par des légumes racines qui puisent leurs nutriments, même lessivés par les pluies, très en profondeur. On recommence ensuite le cycle en enrichissant le sol à partir d'un semis de légumineuses ou d'engrais vert ;
- Ensuite, pour exploiter au mieux la parcelle, les élèves se renseignent sur la cohabitation des espèces et organisent l'espace de culture pour assurer un meilleur rendement.
- Ils évitent ainsi d'associer un légume tubercule comme la pomme de terre avec des plantes très enracinées comme la carotte ou avec une autre solanacée comme l'aubergine qui ont les mêmes besoins, ou une plante très appréciée comme la tomate nécessitant un sol riche et constamment fertilisé avec une plante exigeante en azote comme le chou. Par contre la tomate profite de la proximité du basilic tant pour sa fertilité que son goût.



Endocarpe



Emblème

Certaines plantes, par les substances excrétées de leurs racines, ne sont pas très compatibles avec d'autres tel l'ail qui inhibe la croissance des légumineuses comme les haricots ou les pois. L'ail est par ailleurs un excellent fongicide et son odeur particulière éloigne les insectes comme les pucerons ou les araignées des cultures de tomates.

- En plus d'informations sur les besoins similaires des plantes et sur les antagonismes patents, les élèves se renseignent sur les plantes permettant de nettoyer les sols d'organismes nuisibles ou de maladies car des parasites spécifiques à certaines plantes ont tendance à s'incruster surtout si la plante a occupé l'espace plusieurs années.

Exemples :

La prêle permet de lutter contre le mildiou ou l'oïdium, l'oignon en pelures ou sous forme de décoction agit contre la mouche de la carotte (il sera intéressant sur ce point d'alterner les rangs de carottes et d'oignons en culture...)

5. S'appuyer sur les organismes auxiliaires dans la lutte contre les organismes nuisibles

Les élèves tentent ensuite de maîtriser les agents pathogènes, les organismes nuisibles ennemis des végétaux (termites, mouches), les parasites qui dégradent le cycle vital des plantes (acariens, punaises des végétaux), et surtout les ravageurs qui peuvent causer des dommages importants parmi les denrées (pucerons, doryphores, limaces, piérides sont connus dans diverses régions du monde).

- A cette fin, ils n'ont pas recours aux produits chimiques ou phytosanitaires mais tentent la lutte biologique dans un contexte de conservation :
- Ils prennent en compte le jardin dans son articulation au paysage environnant et favorisent l'installation et le développement d'organismes auxiliaires naturellement présents dans l'environnement plutôt que de privilégier des introductions ou relachages.
- Ils cherchent à établir un équilibre entre les cultures, les phytophages et les auxiliaires sans éliminer les ravageurs par exemple. Le rôle de la biodiversité indigène est une nouvelle fois souligné.
- Les principaux organismes auxiliaires étant des insectes, dont des coléoptères (carabes), des hyménoptères (guêpes et larves), des acariens, araignées, chauve-souris, oiseaux, les élèves maintiennent ou installent dans le jardin des aménagements permettant d'offrir des abris ou des gîtes aux populations d'auxiliaires ; on peut citer l'introduction de souches, de nichoirs, l'utilisation de murets, d'un mur mitoyen, l'implantation de haies, de bandes fleuries, de bandes enherbées, le maintien d'un fossé, d'un talus, de micro-milieus couverts aux alentours.

Les élèves maximisent les chances de voir les passereaux s'abriter temporairement dans les nichoirs en les installant dans la partie verger du jardin.

- Au-delà des plantes citées précédemment qui, parce qu'elles sont aromatiques, repoussent les insectes nuisibles comme la bourrache qui fait fuir les doryphores ou la lavande qui éloigne les pucerons (ces plantes pouvant être plantées près des cultures), les élèves sélectionnent des plantes mellifères pour organiser les **bandes fleuries** destinées à véritablement attirer les auxiliaires garants de la lutte biologique.
- Ils introduisent des ombellifères, carotte ou fenouil, des mélilots, vipérine, phacélie, luzerne, qui attirent punaises (*Orius*) et acariens prédateurs ainsi que des syrphes et chrysopes se nourrissant de nectar et de nuisibles... Les micro-hyménoptères parasitoïdes (voir activité 11 précédemment) qui, en de nombreuses régions de monde, vont combattre les pucerons sont particulièrement attirés par le lotier corniculé ou l'achillée en Europe, par les ombellifères en Afrique du Nord.
- Si la dynamique d'occupation de toute parcelle par les auxiliaires reste à étudier, on sait que les **haies** constituent des abris très appréciés des auxiliaires, temporairement et durablement.
- Les élèves vont travailler à l'implantation d'une haie qui, comme l'aménagement global du jardin est un processus lent. Il faut du temps avant que les arbustes atteignent une certaine taille, que les espèces occupent leur niche écologique, qu'un niveau d'équilibre écologique soit atteint au sein du micro-écosystème que représente la haie diversifiée.

Dans tous les cas, en chaque région du monde, la classe, encadrée par les professionnels, élabore une haie vive envisagée le plus tôt possible afin de jouer son rôle fonctionnel.

Exemple :

Les élèves plantent d'abord les espèces de base, type charme, noisetier ou saule dans les régions tempérées (des arbres de basse taille), auxquels on ajoute des arbustes complémentaires comme le viorne obier, le genêt à balais, la ronce, selon les milieux. On peut compléter avec des espèces herbacées dont l'alliaire, la consoude, à multiples usages, en choisissant aussi des espèces grimpantes à contrôler comme la clématite des haies, le chèvrefeuille. En effet, l'enchevêtrement des tiges construit d'excellents habitats...

- Partout, dans d'autres régions, ce modèle est répliqué, adapté.

Exemples :

*Dans le Maghreb, des arbres fruitiers type pistachier sont la base de la haie, chargés de nectar pour augmenter les chances de nidification en régions arides, et diversifiés par des plantes aromatiques. En Afrique subsaharienne, il peut s'agir du jujubier (Ziziphus mauritiana) porteur de fruits, combiné à d'autres ligneux à usages multiples comme l'acacia *Faidherbia albida* pour son ombrage (phénologie inversée), auxquels on ajoute des plantes plus basses comme les euphorbes (*Euphorbia balsamifera*).*

- Au fil du temps, la classe observe le retour d'une faune sauvage diversifiée et prend des notes.
- Les élèves prennent en compte la **connectivité** de la haie avec les cultures qu'ils souhaitent protéger. Ils introduisent une strate herbacée entre la haie et les cultures afin de faciliter la circulation et la propagation des arthropodes (araignées, acariens, coléoptères dont les précieux carabes et coccinelles) d'un endroit à l'autre.
- Ils veillent à ce que la haie ne soit pas trop fournie ou envahie d'espèces vivaces qui pourraient à leur tour attirer plus d'espèces nuisibles à la production qu'utiles.
- Ils veillent aussi à ne pas choisir pour les cultures des espèces issues de la même famille que les plantes utilisées pour implanter la haie afin d'éviter, là encore, la propagation des ravageurs.

6. Veiller à la protection et à la conservation des pollinisateurs sauvages

- Afin de faire du jardin un espace de production de qualité, une parcelle productive, sans être tenus à des objectifs de rendement, les élèves intègrent des pratiques axées sur la protection des pollinisateurs.

Ils savent que parmi leurs cultures expérimentales, beaucoup d'espèces fruitières, à graines oléagineuses, horticoles, potagères, fertilisatrices, ne produisent de semences, de graines et donc de fruits que si des agents pollinisateurs transportent le pollen depuis les anthères mâles de leurs fleurs vers la partie femelle de la fleur ou d'une autre fleur portée par le même pied ou par un pied différent (de la même espèce). C'est uniquement grâce à l'entremise de ces animaux pollinisateurs que le pollen est transporté jusqu'aux stigmates femelles des fleurs où il pénètre dans l'ovaire pour féconder les graines immatures.

- S'appuyant sur les connaissances des professionnels, la classe dresse la liste des agents pollinisateurs des espèces végétales (potagères, fruitières, horticoles, aromatiques, médicinales) dont la culture a été établie dans le jardin.
- Dans de nombreuses régions du monde et surtout à l'échelle des plantes du jardin, il s'agit la plupart du temps d'insectes : guêpes, abeilles, bourdons, mouches, coléoptères, phalènes, papillons, des arachnides également, de petits animaux dotés d'une pilosité abondante où s'accrochent très bien les pelotes de pollen souvent lourd et un peu collant... Dans des cas plus rares et en rapport à des espèces spécifiques, les élèves cherchent à attirer des pollinisateurs plus atypiques, comme certains écureuils ou mustélinés arboricoles (nectarivores) ou, plus vraisemblablement, des oiseaux tels les colibris, les souimangas.



Passereaux



- Parmi les pratiques mises en valeur dans le jardin afin de protéger les pollinisateurs sauvages, les élèves font le choix d'éviter l'utilisation d'insecticides et de produits phytosanitaires.
- Ils sélectionnent la plus grande diversité possible de plantes sur la parcelle, afin d'attirer, surtout dans les écosystèmes arides et montagneux, des populations de pollinisateurs diversifiés dotés d'adaptations très spécifiques.
- Ils réalisent des tests : ils mesurent, par des études comparatives menées dans le temps, les avantages de la pollinisation qui ne résident pas seulement dans l'abondance des fruits ou des semences obtenus, mais aussi dans la variété et la qualité des produits.

Exemple :

Même si les scientifiques manquent encore d'information par exemple sur les besoins de pollinisation des plantes, il est vérifié que dans le cas de nombreux fruits, dont la pastèque, des visites plus fréquentes de pollinisateurs garantissent aux fruits une saveur plus riche.

- Les élèves apprennent aussi à mesurer comment l'exposition des plantes aux pollinisateurs sauvages est un moyen de conserver et d'améliorer la diversité génétique des plantes cultivées :

Même si de nombreuses plantes portent des fleurs hermaphrodites c'est-à-dire à la fois mâle et femelle, ou encore sont monoïques, c'est-à-dire portent sur le même pied des fleurs mâles et femelles séparées, et peuvent ainsi avoir recours à l'autofécondation, les espèces vivantes déploient des stratégies destinées à s'enrichir d'un point de vue génétique et, dans le cas des plantes, à favoriser la fécondation croisée.

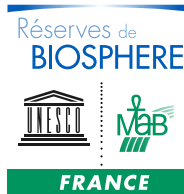
Là encore, les élèves réalisent des tests. Ils cherchent à voir par exemple jusqu'où certaines plantes – qui ne peuvent pas se passer d'insectes du fait d'une floraison unisexuée nécessitant la visite de pollinisateurs pour leur fécondation, comme les **cucurbitacées** présentes sur tous les continents – peuvent s'hybrider, en étant fertilisées au fil du temps par le pollen de variétés de plantes différentes (au sein de la même espèce cependant)... Partout une grande diversité de courges, courgettes, pâtissons, concombres, cornichons, citrouilles, en Afrique courges calebasses, seront ainsi obtenues à partir d'une communauté variée de pollinisateurs...

- Au fil du temps bien sûr, les élèves constituent d'extraordinaires banques de graines et de semences obtenues à partir des végétaux et du fait d'une multiplicité d'interactions biologiques « à l'œuvre » dans le jardin.

BETA



UNESCO Programme d'action global
pour l'Éducation au développement durable



BERACA



Écoles
associées
de l'UNESCO



Organisation
des Nations Unies
pour l'éducation,
la science et la culture



Fonds-en-dépôt
japonais