

Trois enjeux sont abordés dans cette partie d'écologie, où les élèves saisissent le contexte des politiques de préservation de la biodiversité en crise :

📖 un enjeu de connaissance, avec l'étude de la notion d'écosystème à partir d'exemples. Dans la progression ici proposée, les élèves apprennent d'abord à décrire le système puis à distinguer les mécanismes fonctionnels et la dynamique spatio-temporelle, notamment actuelle ;

📖 un enjeu de capacité, avec l'apport de la démarche scientifique à la compréhension des changements écologiques actuels et des tentatives d'y remédier ;

📖 un enjeu d'attitude : l'espèce humaine est repositionnée comme un élément des écosystèmes, en interdépendance avec son environnement.

Ce thème peut être traité par le prisme des écosystèmes forestiers (tempérés voire équatoriaux), bons exemples pour étudier l'organisation et la dynamique des écosystèmes, comme les menaces et les enjeux de gestion dont ils sont l'objet.

Chapitre 1 : Les écosystèmes : des interactions dynamiques entre les êtres vivants et entre eux et leur milieu

Connaissances :

Les écosystèmes sont constitués par des communautés d'êtres vivants (biocénose) interagissant au sein de leur milieu de vie (biotope). La biocénose est en interaction avec le biotope (répartition des espèces selon les conditions abiotiques). La diversité des interactions biotiques s'étudie à la lueur de leur effet sur la valeur sélective des partenaires : compétition (pour la lumière, pour l'eau, les nutriments, etc.), exploitation (prédation, parasitisme) et coopération (mutualisme, dont symbiose). Ces interactions structurent l'organisation (biodiversité de l'écosystème), l'évolution (dynamique des populations) et le fonctionnement de l'écosystème (production, flux de matière et réservoirs, recyclage de la matière organique, etc.). En particulier, les êtres vivants génèrent ou facilitent des flux de matière (eau, carbone, azote, etc.) qui entrent (absorption racinaire, photosynthèse, respiration), circulent (réseau trophique) et sortent (évapotranspiration, érosion) de l'écosystème. Une partie de la matière est recyclée, notamment grâce au sol. L'effet des écosystèmes dans les cycles géochimiques ainsi constitués, se mesure par des bilans d'entrée/sortie de matière. Même sans l'action de l'Homme, les écosystèmes montrent une dynamique spatio-temporelle avec des perturbations (incendies, maladies) affectant les populations. La complexité du réseau d'interactions et la diversité fonctionnelle favorisent la résilience des écosystèmes, qui jusqu'à un certain seuil de perturbation, est la capacité de retrouver un état initial après perturbation. Un écosystème se caractérise donc par un équilibre dynamique susceptible d'être bousculé par des facteurs internes et externes.

Notion fondamentale :

Objectifs : les élèves comprennent la complexité d'un système écologique, en caractérisent l'organisation (frontière, élément, flux, interactions). Ils apprennent qu'il n'y a pas d'équilibre stable des écosystèmes mais des équilibres dynamiques susceptibles d'être bousculés (perturbation, résilience, perturbation irréversible).

Capacités

- Extraire et organiser des informations, issues de l'observation directe sur le terrain, pour savoir décrire les éléments et les interactions au sein d'un système. Comprendre l'importance de la reproductibilité des protocoles d'échantillonnage pour suivre la dynamique spatio-temporelle d'un système.
- Utiliser des outils simples d'échantillonnage pour mettre en évidence la répartition de certaines espèces en fonction des conditions du milieu.
- Décrire à l'aide d'observations et de préparations microscopiques et d'expériences les modalités de certaines interactions (exemple:symbiose mycorhizienne, parasitisme avec une galle sur une feuille, etc.).
- Savoir représenter un réseau d'interactions biotiques afin de mettre en évidence sa structure (liens) et sa richesse.
- Mesurer la biomasse et la production d'un écosystème à différents niveaux du réseau trophique.
- Construire un cycle biogéochimique simplifié avec ces réservoirs et ces flux (on recommande le carbone) dans lequel l'écosystème intervient. Calculer un bilan de matière, considérant l'écosystème comme ouvert.

Précisions : l'étude des agrosystèmes et des sols a été traitée en seconde. Il ne s'agit pas dans cette partie de faire un catalogue exhaustif des écosystèmes (structure et fonctionnement) mais, à partir d'un exemple observable, d'appréhender la diversité des interactions dans un écosystème et leurs effets sur sa dynamique. On relie aussi la diversité fonctionnelle d'un écosystème à la diversité spécifique/génétique, garante de cette diversité fonctionnelle.

Intro : Petits rappels de points déjà abordés :

On appelle « **écosystème** » un ensemble d'éléments naturels en relation les uns avec les autres constitué d'un milieu de vie, le **biotope**, et l'ensemble des êtres vivants que l'on y trouve, la **biocénose**. Sur Terre, il existe de nombreux écosystèmes terrestres et aquatiques (lacs, montagnes, forêts...). Au sein d'un écosystème, les êtres vivants sont diversifiés et établissent des relations entre eux, comme par exemple au travers de chaînes alimentaires qui constituent un réseau **trophique**. Les végétaux chlorophylliens sont des producteurs primaires à l'origine de la biomasse et sont donc à la base des chaînes alimentaires en y faisant entrer la matière minérale et l'énergie solaire. Le recyclage de la matière organique en matière minérale est réalisé par les consommateurs et notamment par les décomposeurs présents dans le sol.

1- Organisation des écosystèmes

1-a- Les composants

Activité en sortie... → description des éléments d'un écosystème(activité forêt)

Un **écosystème** est constitué de deux grands ensembles :

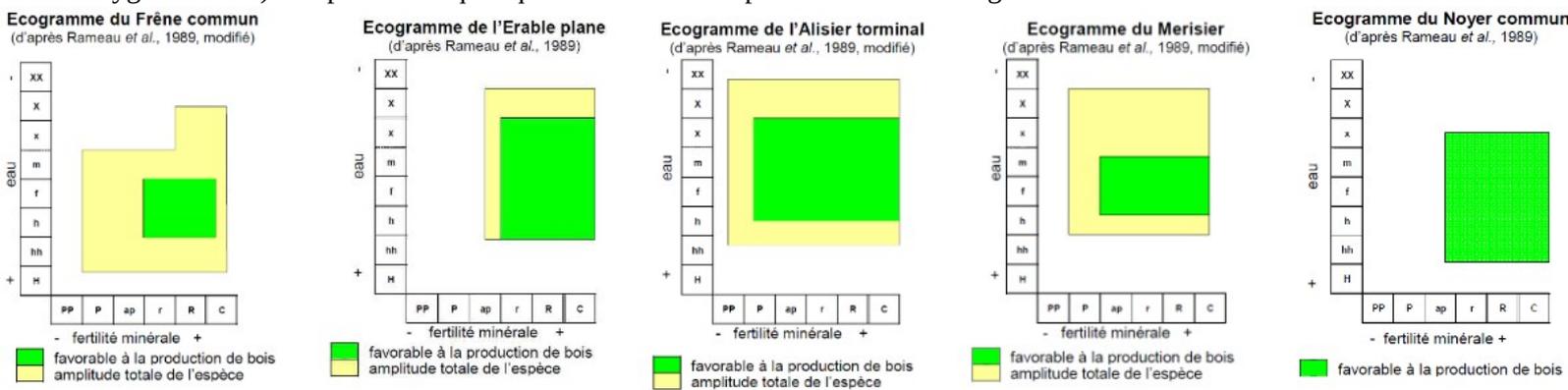
- le **biotope** : éléments physiques et chimiques. Exemples :

- la **biocénose** : éléments vivants. Exemples :

L'ensemble de ces éléments **interagissent** entre eux de façon directe ou indirecte et l'édifice « écosystème » repose sur un équilibre précaire de présence de l'ensemble de ces éléments.

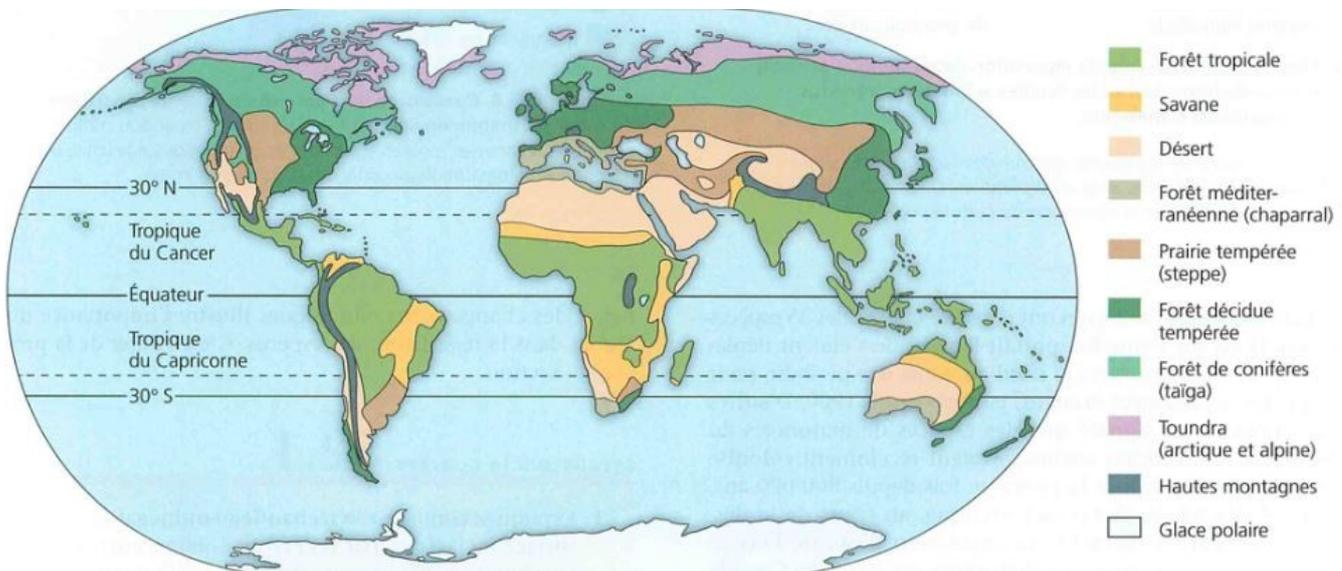
1-b- détermination des biomes.

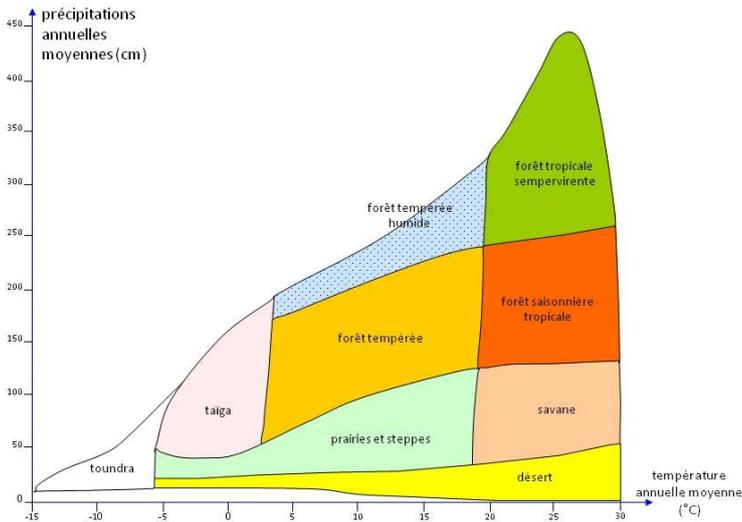
Un **écogramme** est un diagramme qui associe les besoins des plantes aux différents types de sols existants(acidité/hygrométrie...). On peut remarquer que les arbres n'ont pas tous la même exigence.



Les paramètres **physico-chimiques** (eau, température, sols, luminosité, altitude,...) interviennent dans la **répartition** des êtres vivants qui s'installent ainsi là où les facteurs leurs conviennent. La biocénose est donc en **interaction** avec le biotope.

La **comparaison des écogrammes** de différents arbres et plantes permet de constater que certains d'entre eux possèdent les **mêmes besoins physico-chimiques expliquant le fait qu'on les retrouve régulièrement associés** sur la planète dans un même biotope. Ainsi sur la planète on distingue de grands ensembles climatiques qui définissent de **grands ensembles écologiques fonctionnels** appelés « **biomes** » et caractéristiques d'une zone géographique.





Les principaux biomes terrestres.

1-c- Interactions entre les éléments d'un écosystème

Nous venons de voir que la nature du sol, l'hygrométrie et la température moyenne sont des facteurs limitant l'installation des végétaux. Les éléments du biotope sont donc des facteurs importants qui entrent en interaction avec la biocénose. L'abondance de vent, l'existence de gel hivernal... Sont aussi des facteurs qui influencent l'installation des êtres vivants dans un écosystème.

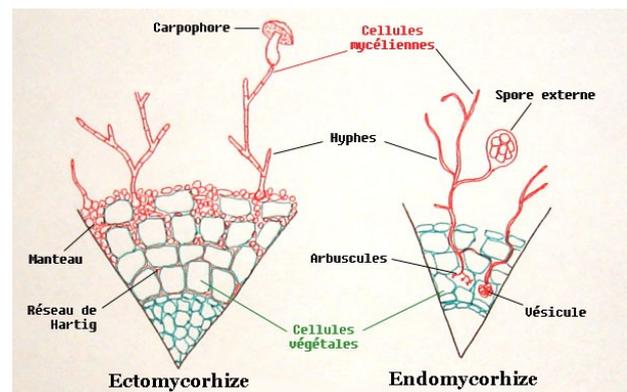
Il existe enfin des échanges d'énergie et de matières entre le « réservoir » biotope et celui de la biocénose : liés à la respiration, la photosynthèse, la nutrition, l'évapotranspiration... Ainsi, on peut décrire les flux d'éléments en particulier : celui du carbone, de l'oxygène, de l'azote et de l'hydrogène sont particulièrement intéressants à étudier...

Il existent de nombreux types de relations interspécifiques qu'entretiennent les différentes espèces de la biocénose :

- relations de **coopération** (mutualisme, symbiose) : les deux espèces bénéficient de l'interaction : **les valeurs sélectives** des deux espèces (relatives à la sélection naturelle) sont améliorées par leur interaction. Exemple : les nodosités de certains végétaux abritant des bactéries (qui ne peuvent vivre dans d'autres conditions qu'hébergées) facilitant l'assimilation de l'azote, les mycorhizes qui facilitent l'absorption de l'eau par les arbres et qui récupèrent davantage de matière organique de ceux-ci.



Le bolet orangé est un champignon effectuant des ectomycorhizes.



- Les relations d'exploitation (**prédation, parasitisme**) : une espèce profite de l'autre qui est perdante. Exemple de prédation l'Europe : le renard qui chasse le lapin. Exemple de parasitisme : le Gui dont les racines développent des suçoirs prélevant l'eau et les sels minéraux dans la sève (brute) des arbres sur lesquels il se développe.



Graines de gui en train de germer et d'atteindre les vaisseaux du xylème de l'arbre parasité (hémiparasite)

<http://biologie.ens-lyon.fr/ressources/Biodiversite/Documents/la-plant-du-mois/le-gui-une-plant-parasite-au-cycle-de-vie-original>

- Relations de **compétition** : les **valeurs sélectives** des deux espèces sont diminuées par leur interaction.

Les flux de matières et d'énergies vont varier d'un compartiment à un autre en fonction de des relations interspécifiques car ils peuvent gagner en intensité grâce aux interactions établies (voir partie suivante.)

Les interactions structurent l'organisation (biodiversité de l'écosystème), l'évolution (dynamique des populations) et le fonctionnement de l'écosystème (production, flux de matières et réservoirs, recyclage de la matière organique,...). Une partie de la matière est recyclée, notamment grâce au sol.

2- Dynamiques des écosystèmes

2-a- Les flux de matières et d'énergie

Nous l'avons vu précédemment, es êtres vivants génèrent ou facilitent des flux de **matières** (eau, carbone, azote...) qui entrent (absorption racinaire, photosynthèse, respiration), circulent (réseau trophique) et sortent (évapotranspiration, érosion) de l'écosystème.

L'effet des écosystèmes dans les cycles biochimiques ainsi constitués, se mesure par des bilans d'entrée/sortie de matière.

L'**efficience** correspond à la proportion d'énergie ou de masse qui passe d'un niveau trophique à celui qui se trouve au dessus. Elle est donc caractéristique de la relation d'exploitation (surtout la prédation) qui caractérise le passage d'un niveau trophique à un autre.

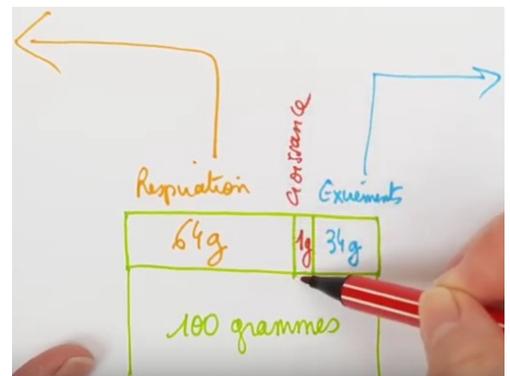
On peut **décrire** grâce à nos connaissances de **nombreux flux de matière** concernant un élément en particulier. Exemple du **carbone** :

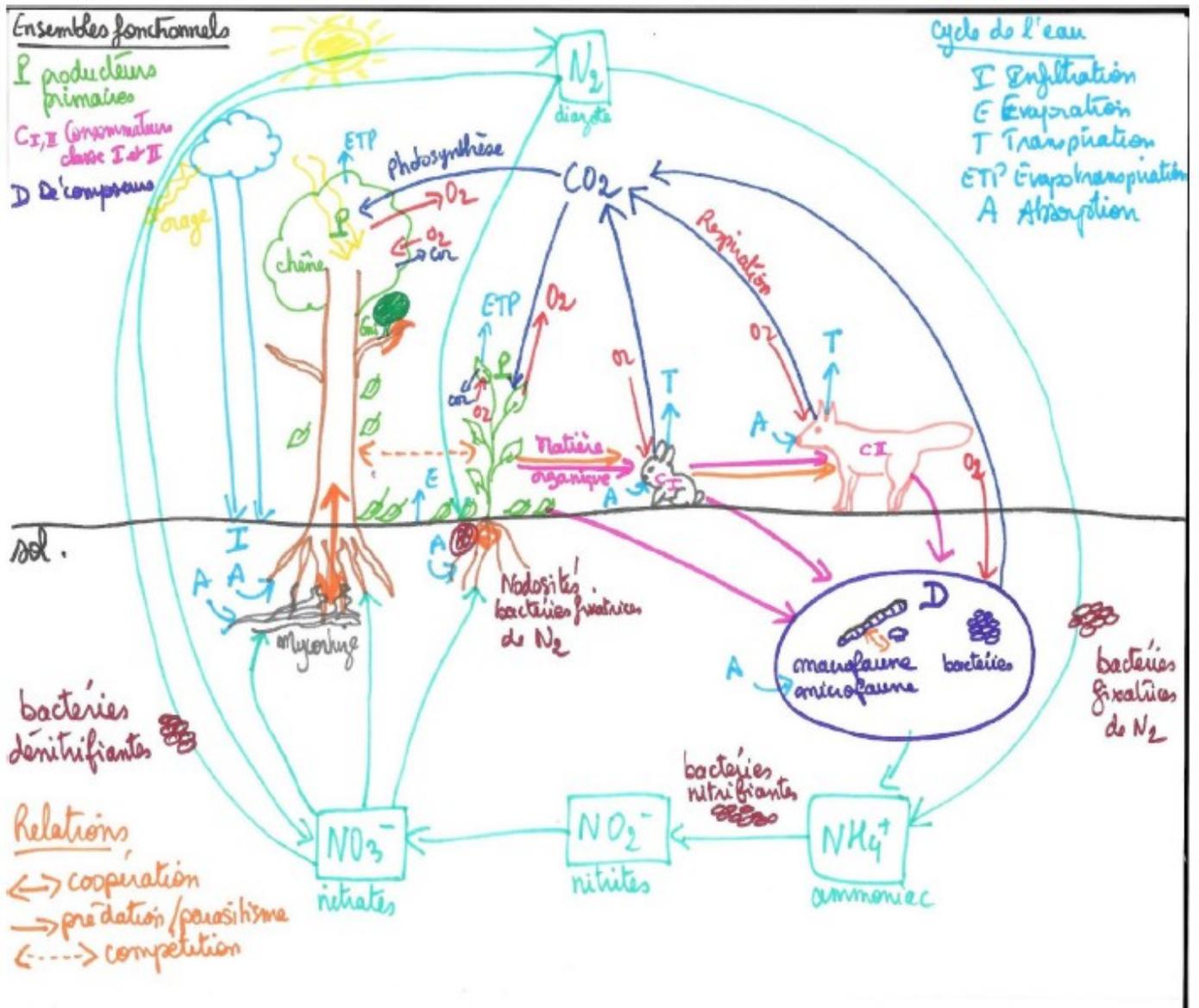
Prélevé par les **végétaux sous forme minérale CO₂**, il est utilisé pour **produire la matière organique (CHO)** lors du processus de **photosynthèse** : les végétaux sont donc qualifiés de **producteurs primaires**.. Cette matière organique pourra ensuite être **catabolisé en minéral (CO₂)** lors du processus de **respiration** par le végétal ou par un prédateur (qualifié de **consommateur**).

Si le carbone appartient à de la matière organique plus « coriace » (lignine par exemple), des **décomposeurs du sol** vont pouvoir dégrader la molécule organique grâce aux enzymes particulières qu'ils possèdent.

On peut ainsi décrire un **cycle du carbone dans l'écosystème** qui **dépend de l'activité des éléments de la biocénose**..

Le schéma (lâchement volé à une collègue!) suivant résume les interactions et quelques flux de matières.





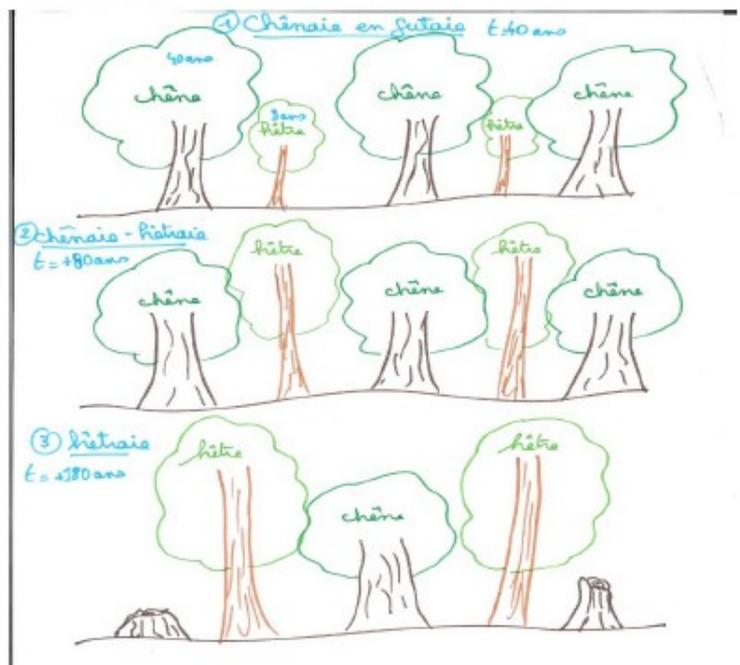
→ **Activité en cours inversé : proposer un schéma globale illustrant le cycle de l'élément carbone dans l'écosystème.**

Évolution d'une chênaie en hêtraie :

2-b- Dynamique temporelle de la biocénose

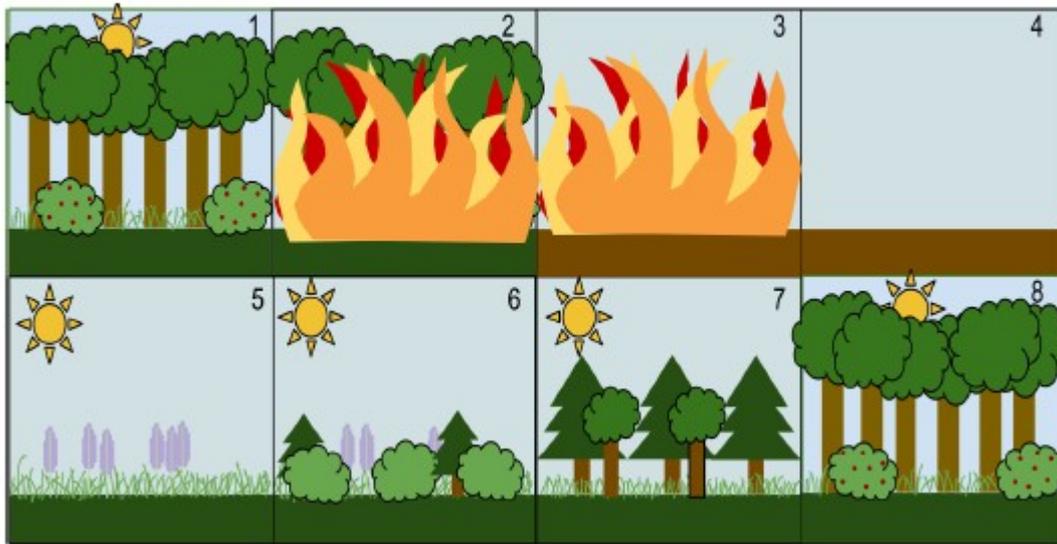
TP01 : Étude des dynamiques d'un écosystème forestier par l'étude documentaire et la création de modèle numérique.

En raison des flux de **matière** et d'**énergie**, des **relations** existantes, l'écosystème n'est **pas fixe dans le temps**. On peut citer en exemple le renouvellement des populations qui pourraient être en compétition dans un même biotope, comme c'est le cas lors du remplacement de la chênaie par une hêtraie. En effet, le hêtre nécessite pour son début de croissance d'être à l'abri de grands arbres (ont dit qu'il se développe en futaie). Cependant sa vitesse de croissance étant plus rapide que celle du chêne, son imposante taille adulte finit par modifier les paramètres physico-chimiques de la forêt : la quantité de lumière disponible pour les chênes diminue favorisant ainsi leur disparition.



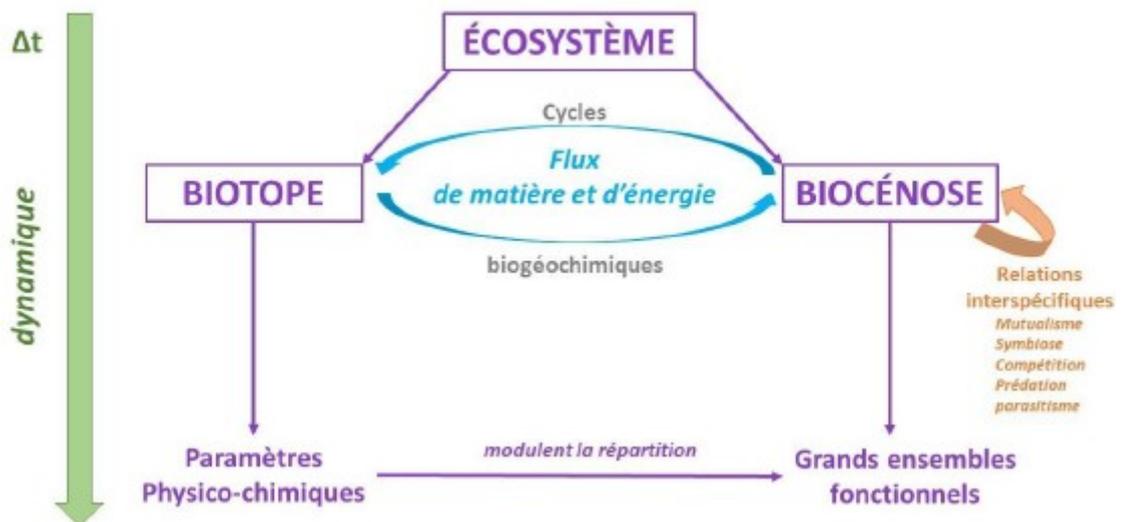
On peut aussi parler d'événements ponctuels qui mettent l'écosystème dans un état proche d'un écosystème juvénile comme par exemple les incendies ou des épisodes de maladie. L'évolution du système modifié en l'absence de toute nouvelle perturbation le conduit vers un état relativement stable. Cette capacité à retrouver un état initial mature après perturbation est appelée « **résilience de l'écosystème** ».

Résilience de l'écosystème forêt :



Un écosystème se caractérise donc par un équilibre **dynamique** susceptible d'être bousculé par des facteurs **internes** et **externes**.

Schéma Bilan :



Chapitre 2 : L'humanité et les écosystèmes:les services écosystémiques et leur gestion

Connaissances :

L'espèce humaine est un élément parmi d'autres de tous les écosystèmes qu'elle a colonisés. Elle y vit en interaction avec d'autres espèces (parasites, commensales, domestiquées, exploitées). L'espèce humaine affecte le fonctionnement de la plupart des écosystèmes en exploitant des ressources (forestières par exemple), en modifiant le biotope local (sylviculture, érosion des sols) ou global (changement climatique, introduction d'espèces invasives). Beaucoup d'écosystèmes mondiaux sont impactés, avec une perte mondiale de biodiversité et des conséquences néfastes pour les activités humaines (diminution de la production, pollution des eaux, développement de maladies, etc.). Pourtant, l'humanité tire un grand bénéfice de fonctions assurées gratuitement par les écosystèmes: ce sont les services écosystémiques d'approvisionnement (bois, champignons, pollinisation, fruits et graines, etc.), de régulation (dépollution de l'eau et de l'air, lutte contre l'érosion, les ravageurs et les maladies, recyclage de matière organique, fixation de carbone, etc.) et de culture (récréation, valeur patrimoniale, etc.). Notre santé dépend en particulier de celle des écosystèmes qui nous environnent. La connaissance scientifique des écosystèmes (l'écologie) peut permettre une gestion rationnelle des ressources exploitables, assurant à la fois l'activité économique et un maintien des services écosystémiques. L'ingénierie écologique est l'ensemble des techniques qui visent à manipuler, modifier, exploiter ou réparer les écosystèmes afin d'en tirer durablement le maximum de bénéfices (conservation biologique, restauration ou compensation écologique, etc.).

Notion fondamentale : écosystème, interactions, biodiversité, relations interspécifiques, équilibre dynamique, services écosystémiques.

Objectifs : transformer l'approche anthropocentrée en une approche écocentrée où l'Homme est un élément des écosystèmes. Comprendre que la démarche scientifique permet d'apporter des solutions à des problèmes écologiques complexes.

Capacités

- Inscrire l'espèce humaine dans la représentation construite du réseau d'interactions.
- Prendre conscience de notre interdépendance avec le monde vivant qui nous entoure. Comprendre que la plupart des forêts actuelles (et autres écosystèmes) reflètent aussi un projet d'aménagement.
- Recueillir et analyser des données avant, pendant et après la perturbation d'un écosystème (incendie, destruction, etc.).
- Recenser, extraire et organiser des informations, notamment historiques et de terrain, pour identifier les impacts des activités humaines sur les écosystèmes.
- Mettre en œuvre une démarche de projet (recherche documentaire, récolte et traitement de données, etc.) pour faire appréhender les services écosystémiques (ses acteurs et ses mécanismes) et proposer des solutions de gestion durable des écosystèmes.
- Connaître les débats existant autour de la monétarisation des services écosystémiques.
- Comprendre l'importance de la démarche scientifique dans une gestion éclairée et modulable des écosystèmes afin de profiter durablement des services écosystémiques.
- Prendre conscience de la responsabilité humaine et du débat sociétal face à l'environnement et au monde vivant.

Précisions : on ne cherche pas l'exhaustivité dans le recensement des menaces pesant sur les écosystèmes : il importe que chaque élève comprenne les enjeux et mécanismes d'une menace dans sa complexité ainsi que les solutions apportées par la démarche scientifique.

Intro :

L'**espèce humaine** est un **élément** parmi d'autres de tous les **écosystèmes** qu'elle a colonisés. Elle y vit en **interaction avec d'autres espèces** (qui peuvent être parasites, symbiotiques, commensales*, domestiquées, exploitées...)

*Le **commensalisme** est une relation facultative, provisoire ou définitive, bénéfique pour le commensal, mais neutre (ni bénéfique, ni nuisible) pour l'hôte en matière de valeur sélective

1- Actions de l'humain sur les écosystèmes.

1-a- Les rôles essentiels de l'écosystème pour l'humain.

L'humain est un **élément parmi d'autres** de tous les écosystèmes que son espèce a colonisés. Qu'il habite en forêt de montagne, en plaine ou en bordure de lac, l'Homme entretient des relations avec d'autres espèces, qu'elles soient animales ou végétales, mais également avec le biotope, que ce soit avec le sol ou tout simplement un des réservoirs biochimiques. L'espèce humaine est donc tout à fait **dépendante** des fonctionnements écosystémiques.

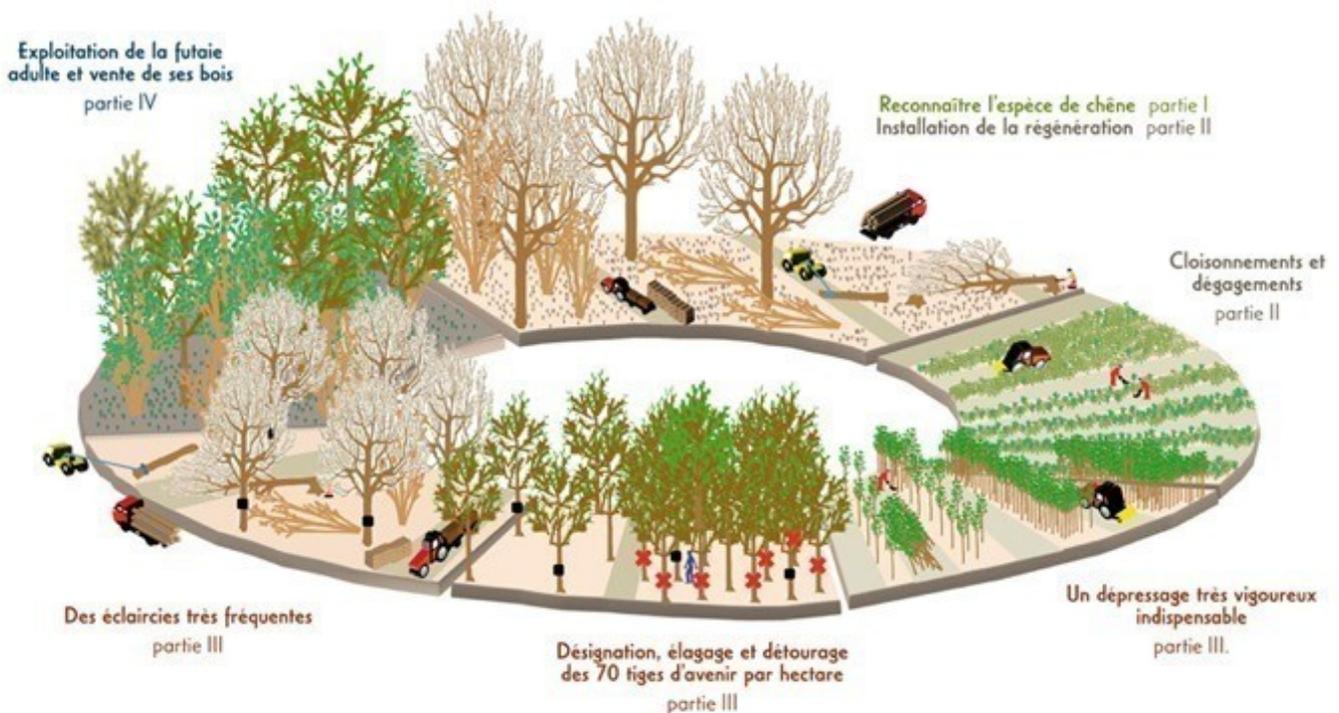
L'Homme tire donc un grand bénéfice de fonctions assurées gratuitement par les écosystèmes : ce sont les **services écosystémiques**.

On n'en distingue **4 grandes catégories** :

- les services d'**approvisionnement** :

Il s'agit des **prélèvements de produits** tirés des écosystèmes pour la **construction**(bois, roches...), **l'alimentation**(animale, végétale, fongique...), **la production énergétique**(bois, combustible nucléaire, combustible fossile, terres rares pour la production de panneau solaire...), **la production pharmaceutique**....

Exemple : la sylviculture



- les services de **régulation** :

Il s'agit ici de l'**intervention des éléments des écosystèmes dans le maintien des conditions** d'un milieu : la régulation du **climat**, des **inondations**, la **pollinisation** (éolienne ou par des pollinisateurs vivants..), l'**autorégulation des espèces pathogènes par compétition** (grâce à une biodiversité importante...)
Exemple : tenue du recul du littoral grâce aux forêt de pin (Dune du Pilat) :



- les services **socioculturels** :

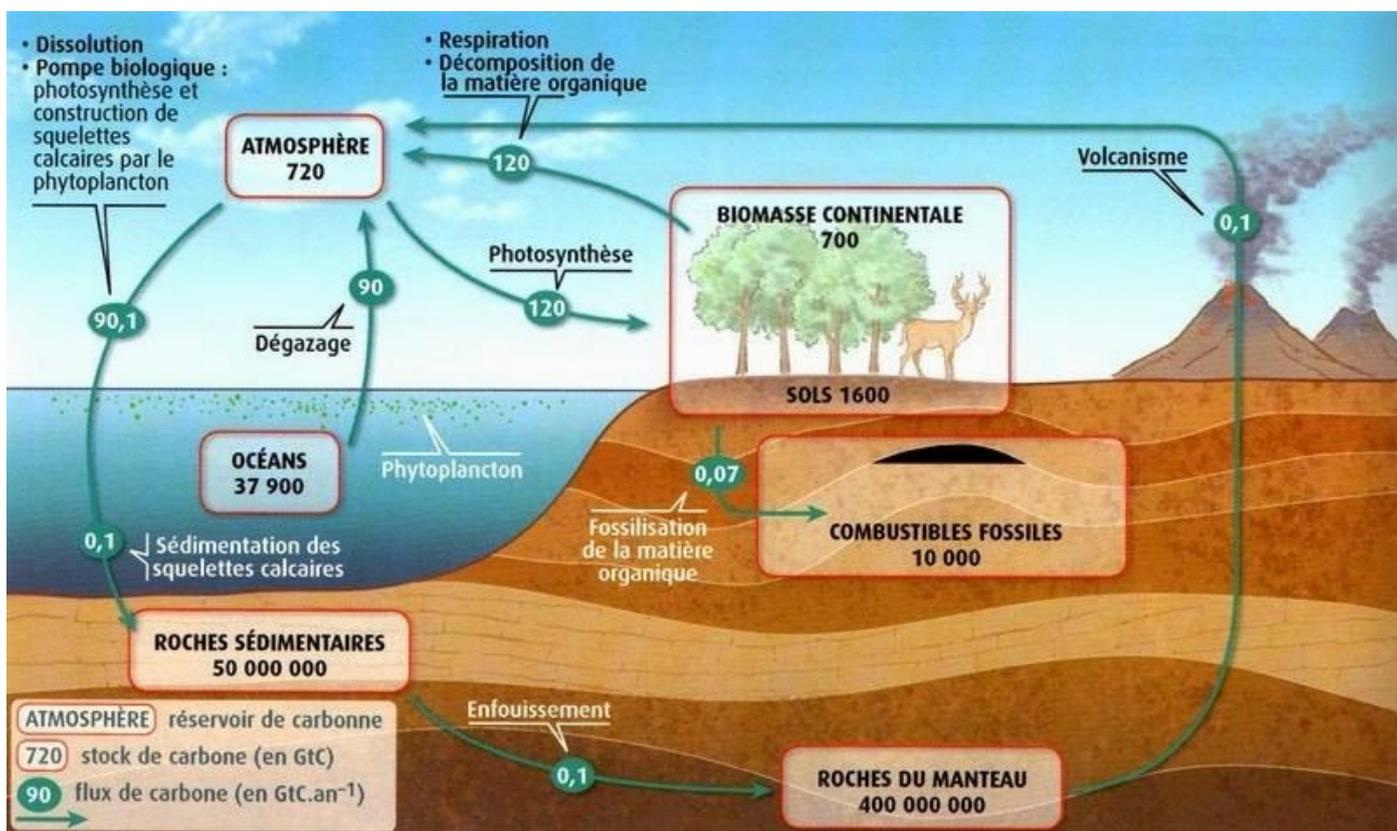
Il s'agit ici de l'**apport esthétique, récréatif et éducatif** sur les sociétés humaines (Si tu aimes faire des câlins aux arbres ou t'allonger dans l'herbe... tu me comprends...). Exemple : les câlins aux arbres (c'est anecdotique mais tellement mignon!)



- les services de **soutien** (ou support) :

Il s'agit ici de l'intervention essentielle des écosystèmes dans le **maintien du fonctionnement global** de la biosphère. Le maintien des grands cycles **biochimiques** (de l'eau, du carbone, de l'azote...), la **formation des sols**, la **production primaire** à la base de tout réseau trophique... Ces services permettent évidemment à tous les autres de perdurer.

Exemple: cycle du carbone.



Notre alimentation et surtout notre santé, notre façon de vivre de manière générale, dépendent des écosystèmes. Nous en faisons partie et ne pouvons nous en passer. Cependant l'espèce humaine affecte le fonctionnement de la plupart des écosystèmes notamment en exploitant des ressources (exemple : mise à nu du sol, le soumettant ainsi à l'érosion).

1-b- Quelques effets indirects du prélèvement

L'objectif n'est pas ici de dresser une liste exhaustive des effets des activités humaines sur les écosystèmes naturels... Ce serait trop long et déprimant.

Nous allons tout de même s'en reprendre une dose alarmante, accrochez vous !

Effet spécifique de la mise en place d'agrosystèmes :

La mise en place d'agrosystème à la place des écosystèmes engendre évidemment, et c'est l'objectif d'un agrosystème, une chute drastique locale de la biodiversité : on s'arrange pour ne garder que les espèces souhaitées. L'exploitation non raisonnée peut conduire à la dégradation du sol et l'impossibilité de l'exploiter par la suite (chute de la SAU mondiale!).

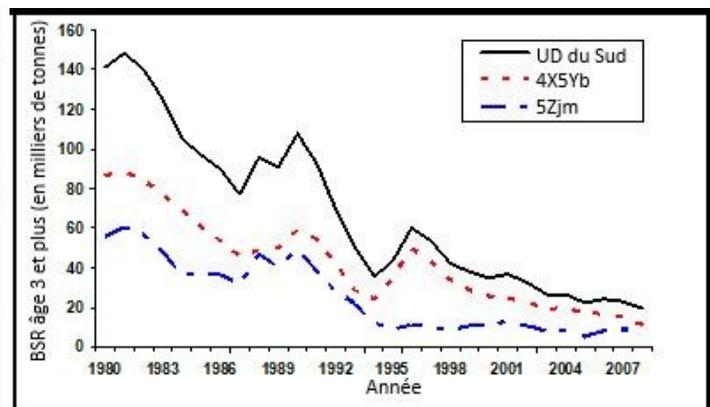
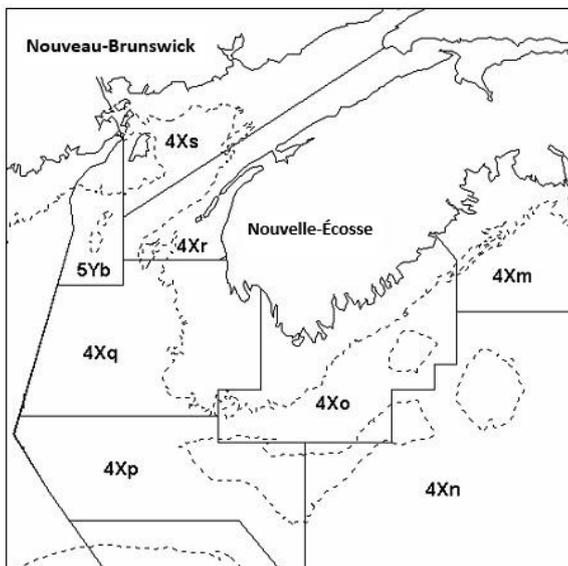
Effet des prélèvements minéraux(carrières et mines à ciel ouvert) :

Les installations sous terrains posent moins de problème que celles de surface. Cependant, l'extraction de ressources minérales engendre souvent la pollution des sols ou bien la destruction directe de ceux-ci(excavation) entraînant un bouleversement majeur de l'écosystème.



Effet de la pêche :

Certaines pratiques de pêche non raisonnées engendrent une perte de la biodiversité (disparition des espèces) et un déséquilibre des écosystèmes(dragage et dégradation des fonds et mortalité d'espèces non exploitées).



Effet de l'urbanisation sur des zones écosystémiques sauvages :

sauvages :

Tout d'abord anéanti l'écosystème présent et mets de plus en plus les populations humaines au contact d'espèces jusqu'ici très éloignées et qui peuvent être porteuses de pathogènes capables de trans-spécificité.... (COVID!!)

Quelques exemples en plus :

- **Érosion accélérée des sols à Madagascar :**

Source : *Madagascar erosion.jpg* par Frank Vassen de Bruxelles, Belgique, via *Wikimédia Commons*, CC-BY-2.0,, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Madagascar_erosion.jpg

- **L'exploitation d'une ressource a donc pour conséquence la modification du biotope mais aussi celle de la biocénose.** L'exemple de la forêt de Bornéo est sans équivoque. Sur cette île, il se rase l'équivalent de six terrains de football par minute pour planter des palmiers à huile. Orang-outans, éléphants et des milliers d'autres espèces de mammifères, de reptiles, d'insectes, d'araignées,... n'ont plus de milieu de vie et disparaissent.

Source : *OilPalm DSC 9183.JPG* par TR Shankar Raman via *Wikimédia Commons*, CC-BY-SA-4.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:OilPalm_DSC_9183.JPG

La **surexploitation du milieu** peut conduire à la propre disparition de l'Homme. Ainsi beaucoup d'écosystèmes mondiaux sont impactés par les activités humaines. Mais l'impact humain ne s'observe pas qu'à l'échelle de l'écosystème. Il faut tenir compte de l'impact global des différentes exploitations avec notamment, dans le cas de la déforestation, la diminution du nombre de puits à carbone de la planète ayant pour conséquence une augmentation du taux de dioxyde de carbone atmosphérique à l'origine d'une augmentation de l'effet de serre. On observe également une perte mondiale de la biodiversité mais également des conséquences néfastes pour nos propres activités : pollution des eaux, développement des maladies, mais aussi et surtout diminution de **la productivité agricole. En effet, sans pollinisateurs, cette dernière est grandement diminuée : la recherche d'une production optimale de biomasse conduit les Hommes à utiliser des pesticides responsables du déclin des abeilles. En France le taux de mortalité de celles-ci est de 23,4 % au lieu de 10 % en temps normal, chute dont la conséquence première est la baisse de la pollinisation dans les cultures vivrières. Ainsi, Il s'agit alors d'un paradoxe : produire plus conduit progressivement à produire moins.**

Étals de supermarché avec et sans abeilles :

Etals de supermarché avec et sans abeilles, Photo par PRNewsFoto/Whole Foods Market via Le Monde.fr

<http://ecologie.blog.lemonde.fr/2013/06/17/a-quoi-ressembleraient-nos-supermarchés-sans-les-abeilles/>

On estime que 80 % des végétaux consommés par les humains sont **zoogames** c'est à dire que les grains de pollen (porteurs de gamètes mâles) sont portés par des animaux pollinisateurs comme les abeilles (ce ne sont pas les seules!!!), les autres végétaux sont majoritairement **anémogames....**

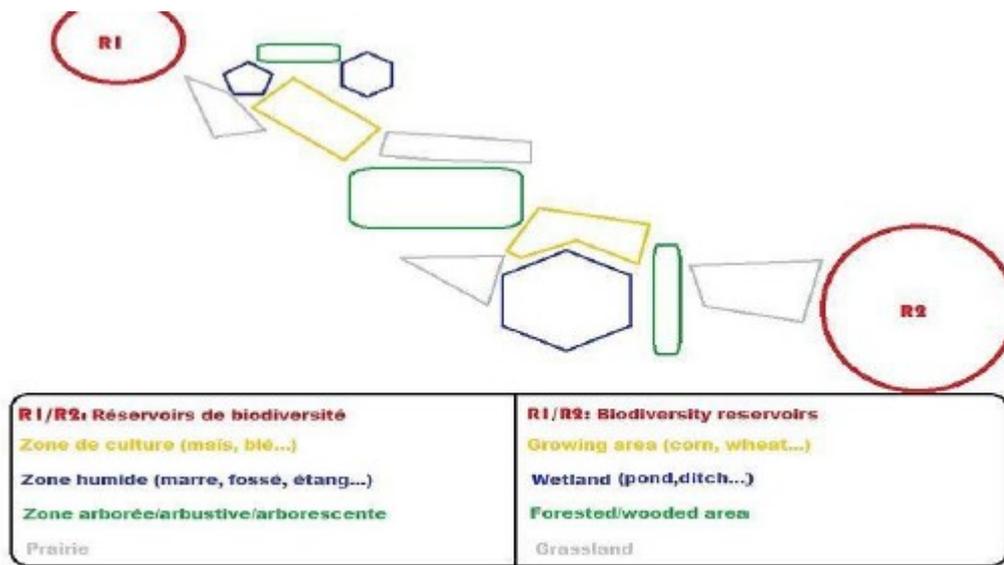


2- Actions réparatrices ou régulatrices de l'ingénierie écologique.

La connaissance scientifique des écosystèmes (l'**écologie**) peut permettre une gestion rationnelle des ressources exploitables, assurant à la fois l'activité économique et un maintien des services écosystémiques.

On peut se remémorer les exemples vus en TP...

L'exemple des **corridors écologiques** est parlant : ce sont un ou des milieux reliant fonctionnellement entre eux différents habitats vitaux pour une espèce, une population ou une métapopulation. Ces structures écopaysagères permettent de connecter plusieurs sous-populations (jadis séparées par la déforestation, le remembrement...) et ainsi de maintenir la biodiversité.



Source :
 Corridor
 écologique.jpg
 par **JulienMEO**
 via Wikimedia
 Commons, CC-
BY-SA-
3.0,2.5,2.0,1.0.0

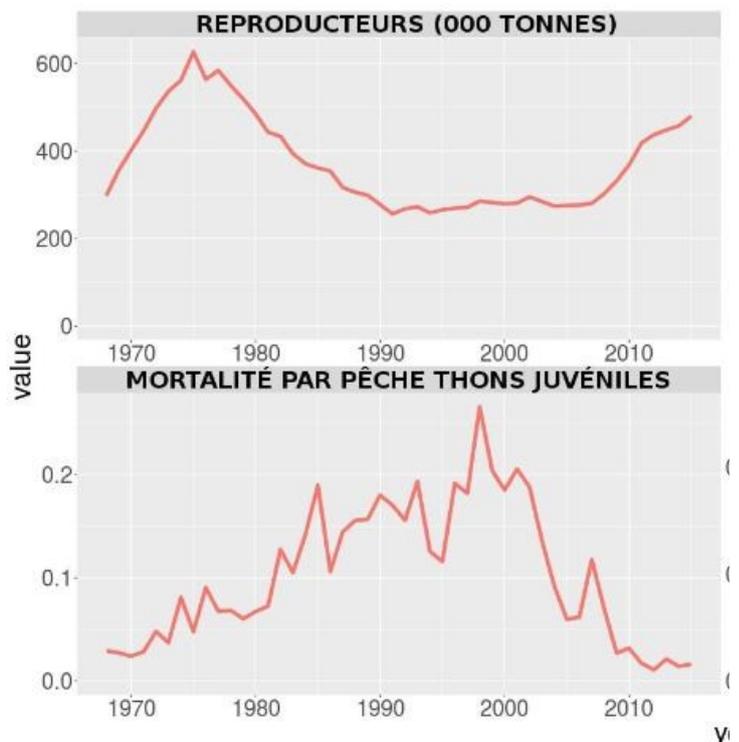
Schéma d'une mosaïque d'habitats au sein d'un corridor écologique
 Diagram of a mosaic of habitats in an ecological corridor

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Corridor_%C3%A9cologique.jpg Sandra Rivière Collège Jules Ferry Beaune

Ces corridors doivent être maintenus mais pour l'être, il faut avoir connaissance de leur fonctionnement. Ainsi l'ingénierie écologique est l'ensemble des techniques qui visent à manipuler, modifier, exploiter ou réparer les écosystèmes afin d'en tirer durablement le maximum de bénéfices. Cette connaissance déborde aujourd'hui sur les agrosystèmes avec le développement de l'**agroécologie**.

quotas de pêches : applications estimation des peuplements(CAPTURE)/ quotas pour le thon (SIMTHON).

Évaluation de la population de thons rouges atlantiques ET méditerranéen(IFREMER) en fonction du temps. Un TAC(Quota de pêche) a été mis en place en 2004.



Autres idées à développer ou pas..

Semis sous couverts.

Alternance des cultures

Lutte biologique/ lutte chimiques

utilisation raisonnée d'engrais(quantité/ moment du cycle...)

En prenant conscience que nous dépendons des écosystèmes (et de leurs versions modifiées les agrosystèmes), en agissant pour leur préservation, nous assurerons un développement durable, c'est-à-dire un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs.



