

"L'arbre et son environnement proche: un exemple d'écosystème" LIVRET ENSEIGNANT



Réalisation: Perrine Cuchet M22 BOE MD

Direction didactique et scientifique: Myriam De Kesel (UCL-AFPS) et Anne-Laure Jacquemart (UCL-Earth and life Institute)

I. Théorie

I. LES FEUILLES

Les feuilles des arbres formées au printemps, changent de couleur à l'automne et tombent avant l'hiver pour former la litière.

- A/ Interdépendance entre les êtres vivants

1) L'herbivorie:

Des animaux, parmi lesquels les insectes, comme les pucerons, ou les chenilles, sont des **herbivores** ou **phytophages**. L'herbivorie concerne la consommation de tout ou une partie d'un végétal vivant par un **consommateur primaire**.

Les effets des herbivores sur les végétaux dépendent du type de ressources qu'ils consomment (les pucerons sont des suceurs de sève tandis que les chenilles consomment le feuillage), et du coût de régénération de cette ressource par la plante (van der Maarel, 2005).

Les herbivores, lors d'explosions démographiques, peuvent défolier des arbres entiers et éventuellement entraîner leur mort (Thomas et Packham, 2007). Mais en général, la végétation résiste bien à la consommation par les herbivores. Par exemple, le taux de croissance du bois d'un arbre n'est réduit que si plus de 50% de la surface feuillée de la canopée sont détruits.

De plus, les végétaux ont développé au cours de l'évolution des moyens de défense contre les herbivores. Il s'agit de moyens de défenses physiques (épines, feuilles coriaces...) ou chimiques (métabolites secondaires toxiques ou répulsifs...).

2) Le parasitisme:

Les végétaux ne sont pas seulement l'objet d'attaques par les herbivores. Ils sont également attaqués par des **agents pathogènes**. Certaines feuilles présentent un jaunissement, des taches ou des boursouflures, signes de maladies pouvant être provoquées par des Eumycètes, des bactéries ou encore des virus.

Les agents pathogènes pénètrent dans le végétal par les blessures, engendrées par les herbivores, ou par les ouvertures naturelles telles que les stomates. Selon leur mode de nutrition, on distingue les pathogènes nécrotrophes, entraînant la mort de l'hôte et se

nourrissant des tissus morts, les biotrophes, se nourrissant des tissus vivants de l'hôte et les hémibiotrophes d'abord biotrophes, puis nécrotrophes (Meyer et al, 2008).

Il s'agit de relations de **parasitisme**, relations interspécifiques durables dans lesquelles un des organismes de l'association, le parasite, vit aux dépens de celui qui l'héberge, l'hôte, dont il tire sa nourriture (Faurie et al, 2003).

Les **galles** ou encore **cécidies** (figure 1), sont des boursouflures qui apparaissent, entre autres, sur les feuilles des arbres suite à une piqûre par des insectes de la famille des cynipidés ou par des acariens, qui y pondent leurs œufs. Les larves issues de ces œufs sécrètent des substances qui perturbent le métabolisme enzymatique de la plante. Ces substances inhibent la destruction de l'acide indole 3-acétique (AIA) ou auxine, une hormone végétale qui stimule la mérése (production de nouvelles cellules par mitose) et l'auxèse (élongation des cellules nouvellement formées). Il en résulte une prolifération cellulaire à l'origine de l'excroissance (Faurie et al, 2003). Les larves se développent à l'intérieur de cet abri où elles se nourrissent du tissu spongieux constituant l'intérieur de la paroi. Les galles peuvent entraîner une chute prématurée du feuillage et un ralentissement de la croissance de l'hôte. C'est un cas de **parasitisme**.



Figure 1: Galles têtes d'épingles rouges sur la face supérieure d'une feuille d'érable dues à des acariens et galles billes de bois sur un chêne pédonculé provoquées par des cynips (insectes) (P. Cuchet).

- B/ Interdépendance entre les êtres vivants et leur milieu

La compétition pour la lumière:

En fonction de l'importance de la canopée et de la densité du feuillage, la lumière est filtrée de manière plus ou moins importante à travers la couronne des arbres. Il existe en forêt une variation horizontale de la végétation qualifiée de mosaïque de végétation, formée d'espaces plus ou moins ouverts. Des espèces sciaphiles, qui supportent l'ombre, se développent dans les espaces fermés, tandis que de nombreuses plantules d'autres espèces d'arbres, d'arbustes ou de plantes herbacées se développent préférentiellement dans les taches de lumière des espaces plus ouverts. Il en résulte une relation de compétition pour la lumière entre les végétaux qui peut être à la fois intra et interspécifique. La **compétition** est une forme de concurrence liée aux facteurs trophiques et énergétiques. C'est la lutte entre des individus ou des populations exploitant dans un écosystème une même ressource (nourriture, espace, abri, site de reproduction, partenaire sexuel...) (Fischesser et Dupuis-Tate, 1996).

La compétition entre individus de même espèce conduit à une régulation de la densité de population de cette espèce en fonction des contraintes de l'environnement tandis que lorsqu'il s'agit d'individus d'espèces différentes, les taux de natalité et de mortalité de chaque espèce sont affectés par la population de l'autre espèce et la compétition peut conduire à l'extinction de l'une ou l'autre des espèces.

II. L'ECORCE

De nombreux êtres vivants utilisent l'écorce, comme support, source de nourriture, ou abri.

- A/ Interdépendance entre les êtres vivants

1) Le commensalisme:

Des plantes comme le **lierre**, ou d'autres lianes telles que la clématite ou le houblon utilisent l'arbre comme support pour se hisser vers la lumière (figure 2).

Tant que le recouvrement de l'arbre par cette liane n'est pas trop important, il s'agit d'une relation de **commensalisme** où une espèce, le commensal, profite de l'autre espèce, l'hôte, mais sans avoir d'effet négatif (Faurie et al, 2003). Si le recouvrement devient trop important, le métabolisme de l'arbre est perturbé suite à une diminution de la photosynthèse, ou bien l'arbre présentant une plus grande prise au vent peut être déraciné (chablis).



Figure 2: lierre grimpant sur un tronc d'arbre pour se hisser vers la lumière et arbre envahi par du lierre

(P. Cuchet).

2) Le parasitisme:

Le **gui** est une plante buissonnante, **autotrophe**, mais toute fois incapable de se nourrir entièrement seule, vivant fixée sur des branches d'arbres. Si on observe la branche de l'arbre au delà de la fixation, on constate que celle-ci est parfois moins développée. Le gui développe des suçoirs qui se connectent aux vaisseaux conduisant la sève de l'arbre et absorbent cette dernière (Meyer et al, 2008). C'est un parasite.

Le **parasitisme** est une relation interspécifique durable dans laquelle un des individus de l'association, le parasite, vit aux dépens de celui qui l'héberge, l'hôte, dont il tire sa nourriture (Faurie et al, 2003).

Le gui étant tout de même capable de photosynthèse, il est plus précisément qualifié d'**hémiparasite**.

Des **champignons** ou **Eumycètes** peuvent se développer sur les troncs d'arbres (figure 3).

Les Eumycètes sont des organismes **hétérotrophes** qui, contrairement aux végétaux chlorophylliens, ne peuvent pas fabriquer eux mêmes la matière organique qui les constitue par photosynthèse, mais sont dépendants de végétaux sur lesquels ils prélèvent ces substances (Thomas et Packham, 2007).

Les Eumycètes absorbant leurs nutriments en décomposant la matière organique non vivante, comme les arbres morts ou les déchets organiques, sont des **saprophytes**.

D'autre part, les champignons qui absorbent leurs nutriments aux dépens de leur hôte vivant sont des **parasites** (Campbell et Reece, 2004).



Figure 3: Polypore soufré (Basidiomycète) parasitant un tronc de chêne pédonculé (P. Cuchet).

3) La symbiose:

Les **lichens** (figure 4) sont des végétaux particuliers. Il s'agit de l'association entre une algue ou une cyanobactérie et un champignon.

Le champignon forme un tissu filamenteux, les hyphes, enveloppant les cellules algales. L'ensemble forme un appareil végétatif qualifié de thalle. Selon l'agencement des hyphes du champignon, le thalle peut se présenter sous différentes formes: il peut être encroûtant

(lichens crustacés), en forme de feuilles (lichens foliacés), ou buissonnant (lichens fruticuleux).

Le champignon fournit l'eau et les sels minéraux et enveloppe l'algue qui est ainsi protégée de la dessiccation. En retour, l'algue, grâce à la photosynthèse, synthétise les glucides qu'absorbe et transforme le champignon (Fischesser et Dupuis-Tate, 1996).

Lorsque des organismes d'espèces différentes coordonnent leurs fonctions, avec parfois des interpénétrations organiques, de telle sorte que chacune des espèces retire des avantages physiologiques de cette relation et que ces organismes sont incapables de survivre indépendamment l'un de l'autre, on parle de **symbiose** (Otto, 1998).



Figure 4: lichens foliacés (Parmeliaceae et Physciaceae) sur des troncs d'arbres
(P. Cuchet).

- B/ Interdépendance entre les êtres vivants et leur milieu

1) L'humidité:

Les **mousses** ou **Bryophytes** (figure 5) sont les plantes terrestres, colonisant des supports très variés tels que la terre, l'écorce des arbres ou les roches. Comme elles ne disposent pas de système de régulation de la teneur en eau de leurs tissus, elles colonisent le plus souvent des milieux humides et frais, c'est pourquoi on les retrouve dans les forêts principalement du côté des troncs d'arbres exposé au Nord (Dreyer et Dreyer, 1998).

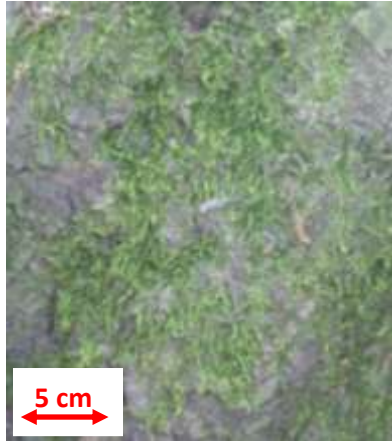


Figure 5: *Hypnum cupressiforme* sur un tronc d'arbre
(P. Cuchet).

2) La pollution:

On observe une faible diversité des **lichens** dans les villes (Déruelle et Lallemand, 1983).

Les lichens ne possèdent pas de racines pour puiser les ressources dont ils ont besoin. Ils prélèvent donc les éléments minéraux et l'eau nécessaire à leur croissance dans l'air et dans l'eau de pluie.

Contrairement à la plupart des végétaux supérieurs qui sont dépourvus de feuilles en hiver, l'activité photosynthétique des lichens n'est pas interrompue à cette saison. Ils assimilent donc les minéraux et gaz présents dans l'air et l'eau des précipitations. Or, la pollution est plus importante à cette saison, car les rejets de polluants liés à l'usage des chauffages domestiques augmentent d'une part, et leur élimination par assimilation par les feuillus diminue d'autre part.

De plus, les lichens ont un métabolisme lent se traduisant par une croissance lente et une grande longévité. L'ensemble de ces particularités leur procure un grand pouvoir d'accumulation des polluants (Kirschbaum et Wirt, 1997). C'est pourquoi on les utilise couramment comme indicateurs de la qualité de l'air (bio-indicateurs).

La sensibilité des lichens à divers polluants est différente en fonction des espèces. Certaines y sont très sensibles, d'autres très résistantes, ce qui représente un critère de choix pour un bio-indicateur. Mais d'un point de vue général, la diversité des lichens diminue fortement lorsque la pollution atmosphérique augmente (Lecron et Malaisse, 1994).

III. LES FRUITS

En zone tempérée de l'hémisphère nord, les arbres fleurissent habituellement au printemps et réalisent leur reproduction sexuée. Le pollen libéré par l'étamine d'une fleur est transporté par le vent ou par des insectes pollinisateurs puis déposé sur le pistil d'une autre fleur. Suite à cette pollinisation, la fécondation donne l'embryon qui se développe pour donner le fruit contenant la graine en été ou en automne.

Les graines tombant sous la plante mère donnent des plantules qui ont moins de chance de se développer par manque de lumière ou manque d'espace.

Afin de ne pas entrer en compétition intraspécifique entre les générations successives et de se propager géographiquement, plusieurs stratégies de dissémination, dans l'espace et dans le temps, se sont développées au cours de l'évolution chez les végétaux.

L'élément de dissémination peut être plus ou moins complexe. Il peut s'agir de la graine isolée, ou du fruit entier. On utilise le terme général de **diaspores** pour qualifier les éléments de dissémination.

Les diaspores peuvent être classées en différentes catégories suivant l'agent ou le facteur du milieu apparaissant comme le plus efficace pour réaliser la dissémination.

- A/ Interdépendance entre les êtres vivants :

1) Dispersion dans l'espace grâce aux animaux:

Certains fruits sont dispersés par les animaux, que ce soit de manière active ou passive.

De nombreux arbres et arbustes des régions tempérées attirent ainsi des oiseaux frugivores comme disperseurs en leur offrant une récompense sous forme de ressource alimentaire riche en glucides. Ceci représente, par exemple, un grand intérêt pour les oiseaux migrateurs dont les dépenses énergétiques sont importantes.

Les oiseaux étant sensibles aux couleurs, ces plantes présentent des fruits aux couleurs vives telles que le rouge ou le noir, contrastant avec le vert des feuilles (figure 6).

Les oiseaux ingèrent le fruit, digèrent leur chair et les graines sont rejetées dans leurs excréments. Le traitement subi par les graines lors de leur passage par le tractus digestif des oiseaux favorise leur germination.

Ce mode de dispersion est qualifié d'**endozoochorie** (Ingrouille et Eddie, 2006).



Figure 6: cerises et baies de sureau

(P. Cuchet).

D'autres fruits, tels que les glands, les noix ou les noisettes (figure 7) sont également recherchés par des animaux tels que des oiseaux ou des rongeurs pour leur alimentation.

Certains d'entre eux les transportent en lieu sûr pour les ouvrir ou en cachent une partie afin de faire des réserves en prévision de la mauvaise saison.

Parfois, ces animaux les perdent au cours de leur transport ou ne retrouvent plus leur cachette et les graines peuvent ainsi germer au printemps suivant.

Cette dispersion accidentelle se nomme la **dyszoochorie** (Ingrouille et Eddie, 2006).



Figure 7: glands de chêne rouge d'Amérique et noisettes

(P. Cuchet).

Ces associations facultatives sont des relations de **mutualisme** où des organismes s'échangent des services, coopèrent, mais peuvent également parfaitement vivre indépendamment l'un de l'autre.

Enfin, d'autres diaspores, non recherchées par les animaux, sont transportées passivement par ces derniers. Grâce à des dispositifs divers (épines, poils crochus...), elles voyagent accrochées au pelage des animaux. On parle alors d'**épizoochorie** (Ingrouille et Eddie, 2006). C'est une relation de **commensalisme** où un hôte fournit un service au commensal sans que le bénéfice soit réciproque. Cette relation est profitable pour le commensal et sans danger pour l'hôte.

- B/ Interdépendance entre les être vivants et leur milieu:

1) Dispersion dans l'espace grâce au vent:

Des fruits possèdent des structures spécialisées qui leur permettent de se disperser à l'aide du vent (figure 8).

La dispersion de ces fruits est facilitée par la hauteur de départ ainsi que par un rapport surface/masse élevé. Ces structures ralentissent la chute du fruit et assurent ainsi un écart suffisant par rapport à la plante mère.

De nombreux arbres de régions "venteuses" utilisent ce mode de dispersion (érables, frênes, tilleuls, bouleaux, peupliers...).

Ces diaspores pratiquent l'**anémochorie** (Ingrouille et Eddie, 2006).

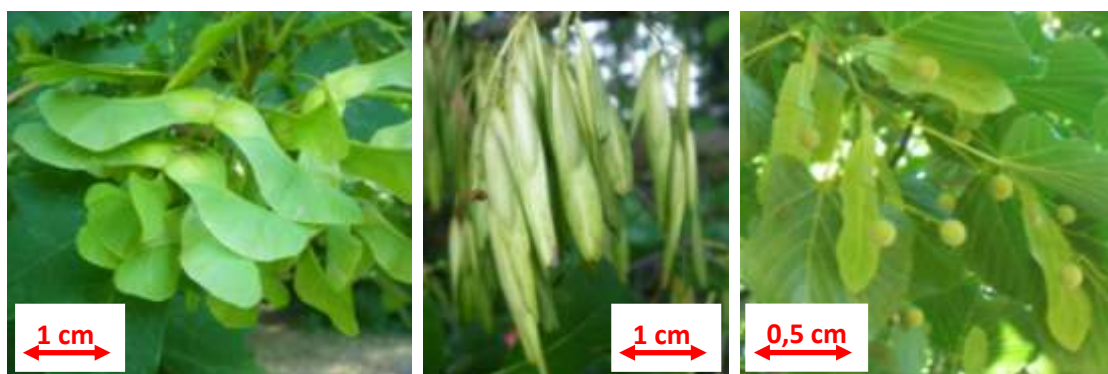


Figure 8: samares d'érable, fruits du frêne et du tilleul
(P. Cuchet).

2) Dispersion dans l'espace par la pesanteur:

Les fruits lourds, comme les glands, les noix ou les noisettes tombent directement au sol, à une vitesse de chute supérieure à 2,5m/sec, sous l'effet de la pesanteur. C'est la **barochorie**. Comme nous l'avons vu dans le paragraphe concernant la dispersion par les animaux, la barochorie s'accompagne de modes de dispersion secondaire.

3) Dispersion dans le temps:

La dispersion dans le temps est assurée par la dormance des graines.

En région tempérée, la plupart des graines produites en été ne germent pas immédiatement. Elles entrent en phase de dormance et sont stockées dans le sol où elles forment des banques de graines. Ces banques de graines peuvent être transitoires (les graines sont conservées moins d'un an dans le sol), persister à court terme (les graines survivent 1 à 5 ans dans le sol), ou persister à long terme (les graines restent plus de 5 ans dans le sol) (van der Maarel et al, 2005).

L'entrée en dormance des graines en automne empêche une germination trop précoce, où les plantules seraient exposées au gel. La réactivation de la dormance des graines n'ayant pas germé à la fin du printemps suivant empêche une germination tardive, où les plantules seraient désavantagées par des plantules à un stade plus avancé. La dormance permet à la fois d'attendre que les conditions météorologiques redeviennent plus favorables à la survie des plantules et d'étaler les germinations au cours du temps.

Deux principaux types de dormance sont décrits: les dormances endogène et exogène.

Plusieurs types de dormances endogènes et exogènes sont distingués. La dormance endogène peut être physiologique (des mécanismes physiologiques inhibent l'émergence de la racicule chez le hêtre ou le sorbier des oiseleurs), ou morphologique (l'embryon n'est pas suffisamment développé).

La dormance exogène peut être physique (imperméabilité des téguments à l'eau chez l'acacia), chimique (l'acide abscissique, inhibe la germination chez le frêne ou le noisetier), ou mécanique (chez le noyer, la paroi du fruit est épaisse).

Selon le type de dormance, elle peut être levée par scarification, altération des téguments, ou stratification, passage au froid à un stade imbibé d'eau, qui autorisent la germination dans les sols réchauffés au printemps.

Lorsque les conditions sont favorables et la dormance levée, la graine peut germer. Elle s'imbibe d'eau, le tégument se fend et la radicule émerge.

IV. LE SOL

L'arbre puise l'eau et les éléments minéraux dont il a besoin dans le sol, grâce à son système racinaire.

Un **sol** est une formation de surface, dont l'épaisseur varie de quelques centimètres à plusieurs mètres, qui résulte de l'altération des roches (Caron et al, 2003). Il est le support des végétaux, leur source d'éléments nutritifs, et l'habitat de nombreux organismes (Otto , 1998). Un sol est constitué de quatre fractions: d'une fraction minérale (45 % en moyenne), d'une fraction organique (5%), d'eau (25%) et d'air (25%) (Barbour et al, 1999). La fraction organique du sol se compose de 10% d'organismes, 10% de racines et 80% d'humus (Thomas et Packham, 2007).

- A/ Interdépendance entre les êtres vivants

1) Au sein de la litière:

Le sol est un milieu de vie pour de nombreux êtres vivants tels que des micro-organismes, des champignons, et des animaux (nématodes, annélides, arthropodes...).

Les organismes **détritivores** tels que les vers, les acariens, ou encore les collemboles, fragmentent, dans un premier temps, les débris végétaux et animaux de la litière. Cette fragmentation augmente les surfaces de contact soumises à la décomposition biochimique assurée, dans un second temps, par les flores bactériennes et fongiques, organismes **décomposeurs**. Cette décomposition biochimique aboutit à la libération de gaz carbonique, d'eau et de sels minéraux. Les organismes du sol participent ainsi au recyclage de la matière organique composant la litière (Thomas et Packham, 2007).

2) La symbiose:

Des champignons présents dans le sol coopèrent étroitement avec les racines des arbres en formant des **mycorhizes**.

On distingue 2 principaux types de mycorhizes. Les ectomycorhizes, où la radicelle de l'arbre est enveloppée par un réseau d'hyphes assurant la fonction de pilosité racinaire, le manteau mycélien, et où un réseau d'hyphes, le réseau de Hartig, se forme entre les cellules de la racine pour établir le contact avec le système de transport des nutriments de la plante. Et les

endomycorhizes, où les hyphes du champignon pénètrent jusque dans les cellules du parenchyme primaire de la racine où ils forment des arborescences (Otto, 1998).

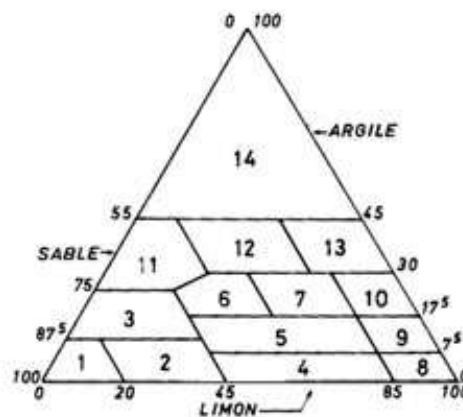
Le champignon reçoit de l'arbre des assimilats venant de la photosynthèse et des acides aminés par excrétion racinaire, et en échange, le champignon fournit à l'arbre des minéraux tels que le phosphore, le calcium ou le potassium (Campbell et Reece, 2004).

L'association entre le champignon et la plante est une **symbiose**.

- B/ Interdépendance entre les êtres vivants et leur milieu

1) La texture du sol:

Les propriétés d'un sol et ses effets sur les plantes dépendent premièrement de la texture du sol. La **texture** d'un sol est la proportion relative des différentes particules le composant. Un sol est constitué de particules de sable (2 mm à 0,02 mm de diamètre), de limons (0,02 mm à 0,002 mm) et d'argiles (inférieur à 0,002 mm) (Gurevitch et al, 2002). Les différentes combinaisons de ces trois composants déterminent la texture d'un sol (figure 9).



Diagrammes de texture (d'après JAMAGNE)

1. Sable ; 2. Sable limoneux ; 3. Sable argileux ; 4. Limon léger sableux ;
5. Limon moyen sableux ; 6. Limon sablo-argileux ; 7. Limon argilo-sableux ;
8. Limon léger ; 9. Limon moyen ; 10. Limon argileux ; 11. Argile sableuse ;
12. Argile ; 13. Argile limoneuse ; 14. Argile lourde.

Figure 9: diagramme de texture des sols (<http://planet-terre.ens-lyon.fr>)

La texture dépend principalement de la nature de la roche mère à l'origine de la formation du sol.

De cette texture dépend la circulation de l'eau et de l'air dans les sols. En effet, dans un sol sableux, l'espace disponible entre les grains permet à l'eau et l'air de circuler facilement. A l'inverse, dans les sols argileux, les fines particules sont agglomérées les unes aux autres et laissent peu d'espace pour la circulation de l'eau ou de l'air. Les limons sont intermédiaires. Certains végétaux requièrent plus d'eau ou un sol plus aéré que d'autres pour se développer. La texture du sol détermine ainsi en partie la répartition des végétaux.

2) L'acidité d'un sol:

Le degré d'acidité du sol a également un effet sur les végétaux.

L'acidité d'un sol se mesure grâce au pH qui varie de 1 à 14. L'échelle de pH indique la concentration d'ions H^+ dans le sol. Le pH est mesuré sur une échelle logarithmique et correspond à l'opposé du logarithme de la concentration d'ions H^+ en moles/L. Par exemple, un pH de 5 représente une concentration de 1×10^{-5} moles/L d'ions H^+ .

Le pH des sols varie normalement entre 4 et 8,5. On distingue des sols acides, qui ont une forte concentration en ions H^+ et dont le pH est inférieur à 7, les sols neutres, dont le pH est voisin de 7, et les sols basiques, qui ont une faible concentration en ions H^+ et dont le pH est supérieur à 7.

Le pH agit sur les végétaux de manière indirecte en influant sur la disponibilité des nutriments et sur l'activité des organismes du sol, ce qui modifie les conditions de croissance (Gurevitch et al, 2002). Les sols très acides dont le pH est inférieur à 4 présentent des niveaux toxiques d'aluminium soluble, de fer et de manganèse, et le phosphore, le potassium, le calcium, le magnésium, et l'azote, peu solubles sont difficilement assimilables par les plantes. Dans les sols basiques, le fer, le manganèse, le bore, le cuivre et le zinc sont moins disponibles pour les végétaux.

La plupart des végétaux ont une croissance optimale lorsque le pH du sol est compris entre 6 et 7 où une grande majorité des éléments nutritifs sont assimilables (figure 10).

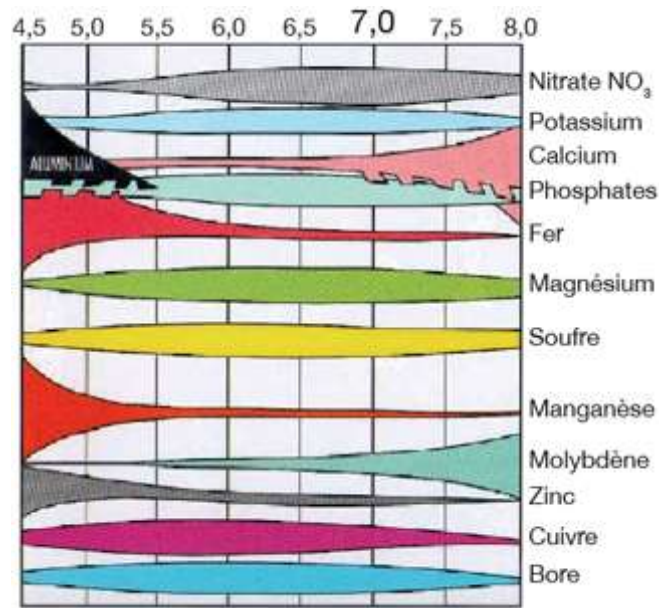


Figure 10: schéma d'assimilabilité des éléments nutritifs par les végétaux en fonction du pH du sol
 (<http://popups.ulg.ac.be/Base/document.php?id=3746>)

En fonction de leurs préférences, les espèces végétales telles que le chêne sont dites acidiphiles ($4 < \text{pH}_{\text{sol}} < 6,5$), le frêne est une espèce neutrophile ($6,5 < \text{pH}_{\text{sol}} < 7,5$), et l'alisier est une espèce dite basiphile ($7,5 < \text{pH}_{\text{sol}} < 8,5$).

L'acidité du sol influence donc également en partie la répartition des végétaux.

V. AUTOUR DE L'ARBRE

- A/ Interdépendance entre les êtres vivants

De nombreux animaux vivent sur ou à proximité des arbres.

Mais la communauté animale la plus importante en surface en forêt est constituée par les insectes. Ces insectes sont phytophages, xylophages, nectarivores, prédateurs, parasites, ou encore détritivores.

1) L'herbivorie:

Parmi les coléoptères, on trouve des scarabées phytophages et des scolytes xylophages creusant des galeries dans le bois. La femelle creuse une ou plusieurs galeries le long desquelles elle pond ses œufs. Dès l'éclosion, les larves se nourrissent en rongant le bois, créant de nouvelles galeries (Chinery, 2005).

2) La prédation:

Les coléoptères comprennent également des carabes, consommant d'autres insectes. Nous sommes ici en présence d'un exemple de relation de **prédation** où l'un des partenaires, le prédateur, consomme le second, la proie, pour vivre.

On rencontre également en forêt des hyménoptères prédateurs comme les fourmis rouges qui s'attaquent aux chenilles (Dreyer et Dreyer, 1998).

3) Le parasitisme:

D'autres hyménoptères tels que des guêpes ou des mouches parasitent les œufs, les larves, ou les chrysalides d'insectes (Dreyer et Dreyer, 1998).

- B/ Interdépendance entre les êtres vivants et leur milieu

1) La compétition pour l'espace:

Dans une forêt, on observe un étagement de la végétation. Les végétaux se répartissent en strates: la strate arborescente formée par la cime des arbres (> 5m), la strate arbustive (<5m) constituée de jeunes arbres et de buissons, la strate herbacée (<1m) et la strate muscinale

au sol (Thomas et Packham, 2007). Ce partage vertical dépend de la taille de l'espèce mais peut aussi être une conséquence de la **compétition** entre les végétaux pour l'espace et la lumière.

2) Le microclimat forestier:

Les caractéristiques du milieu influencent la répartition et le développement des êtres vivants. Mais, à leur tour, les êtres vivants sont capables de modifier les caractéristiques de ce milieu. Les arbres sont ainsi capables de créer des **microclimats**, ensemble des conditions météorologiques d'une zone qui diffèrent du climat général de l'aire dans laquelle elle est située.

En effet, sur l'ensemble des radiations solaires reçues en journée par la couverture végétale, une partie est réfléchi vers l'atmosphère. La canopée en filtrant la lumière préserve le sous-bois de la chaleur. Dans une forêt feuillue, la température moyenne de jour est inférieure de 1 à 2 °C.

Les branchages forment une barrière ralentissant le vent et l'évapotranspiration des feuilles humidifie l'atmosphère (Faurie et al, 2003).

A l'inverse, la nuit, cette couverture végétale atténue la perte de chaleur et la température est plus élevée sous les arbres qu'en milieu ouvert. On parle d'effet tampon de la forêt.

II. Séquence didactique

Les savoir-faire et attitudes mis en œuvre sont: analyser et interpréter des photographies, observer et manipuler sur le terrain, travailler en groupe.

Les compétences développées sont les suivantes:

- S'approprier des concepts fondamentaux, des modèles ou des principes.
- Conduire une recherche et utiliser des modèles.
- Utiliser des procédures expérimentales.
- Utiliser des procédures de communication.

Les élèves développent ces compétences à travers un ensemble de tâches: 30

- La famille de tâches 1: décrire, expliquer un phénomène ou le fonctionnement d'un objet, prévoir l'évolution d'un phénomène.
- La famille de tâches 2: mener à bien une recherche expérimentale.
- La famille de tâches 4: présenter sous une autre forme une information, un concept, un processus ou un phénomène naturel.

La séquence d'apprentissage développée est destinée à des classes de 3ème sciences 5h.

six périodes de cours (une période équivalent à 50 min) sont consacrées à cette séquence.

La **période 1** permet premièrement l'exposition du thème de la leçon, le recueil des préconceptions et l'introduction de la problématique.

Ensuite, l'analyse de photographies d'un bois aux quatre saisons conduit à la définition des concepts de base en écologie: la biocénose, le biotope et les facteurs biotiques et abiotiques.



figure 11: vues du bois de Florival aux 4 saisons a. printemps (mai 2010), b. été (août 2010), c. automne (octobre 2010), d. hiver (février 2010) (P. Cuchet)

Composition de l'écosystème arbre et son environnement proche

TERMES PROPOSÉS PAR LES ÉLÈVES	-arbres -arbustes -herbes -animaux: insectes, oiseaux	-sol -humidité -température -luminosité -vent -climat -saisons -pente	-selon les saisons, les arbres présentent ou non des feuilles, des fleurs, des bourgeons ou des fruits	-chaînes alimentaires
NOTIONS ILLUSTRÉES PAR CES TERMES	Vivant	Non vivant	Relations entre le vivant et le non vivant	Relations entre les vivants
CONCEPTS INTRODUITS	Biocénose: ensemble des êtres vivants qui vivent en équilibre dans un milieu géographique limité (le biotope).	Biotope: espace géographique limité contenant une communauté bien déterminée d'êtres vivants (la biocénose).	Facteurs abiotiques: relations entre les êtres vivants et les éléments non-vivants dans un milieu.	Facteurs biotiques: relations entre les êtres vivants dans un milieu.

Enfin, la mallette pédagogique est présentée aux élèves et chaque groupe prend connaissance de son module.

Avant de se quitter, une activité sur les impacts des activités de l'homme sur les écosystèmes est proposée.

Impacts de l'homme sur l'écosystème arbre et son environnement proche

Impacts négatifs	Impacts positifs
-déforestation (bois de construction, bois de chauffage, extension des villes...) -incendies -pollution	-réserves naturelles, -restauration des milieux naturels: reforestation -diversification des milieux, régénération, croissance des arbres

Les **périodes 2 et 3** correspondent à l'utilisation de la mallette pédagogique par les élèves sur le terrain.

Les **périodes 4 et 5** sont consacrées à la préparation et la réalisation des présentations orales permettant la mise en commun des données récoltées et à la conclusion du thème.

Facteurs abiotiques		Facteurs biotiques	
		Relations interspécifiques	Relations intraspécifiques
•	•	• Commensalisme: -	•
•	•	• Compétition: -	
•	•	• Mutualisme: -	
•	•	• Parasitisme: - -	
•		• Prédation: -	
		• Symbiose: -	

La **période 6** est destinée à l'évaluation:

a/ Document élève

Nom:

Prénom:

Classe:

Titre: L'interdépendance des êtres vivants entre eux et avec leur milieu: l'exemple de l'écosystème mare.

Nous avons étudié ensemble l'écosystème arbre et son environnement proche. Vous allez maintenant découvrir, au travers d'un texte et d'un schéma, l'écosystème mare.

Consignes:

Votre copie doit être structurée et soignée.

Vous utiliserez le vocabulaire scientifique adéquat.

Vous disposez de 50 min.

A partir de vos connaissances et de la lecture du texte et du schéma ci-après, répondez aux questions ci-dessous:

1) a/Qu'est-ce qu'un facteur abiotique?

b/Citez 4 facteurs abiotiques apparaissant dans le texte sur l'écosystème mare.

Définition facteur abiotique:
4 facteurs abiotiques:
-
-
-
-

2) a/Qu'est ce qu'un facteur biotique?

b/Quels sont les 4 types de relations interspécifiques abordées dans ce texte? Pour chaque type de relation identifié, vous donnerez sa définition et indiquerez un exemple issu du texte.

Définition facteur biotique:

4 relations interspécifiques + exemples:

-

-

-

-

Documents:

L'écosystème mare

Une mare est une dépression de petite dimension, qui peut être d'origine naturelle ou artificielle (mares creusées par l'homme au cours des siècles passés pour répondre à ses besoins quotidiens: abreuver le bétail, usage domestique (cuisine, lessive...), ou réserve d'eau pour l'incendie), qui se remplit d'eau de pluie ou d'eau provenant de nappes souterraines.

La vie sous toutes ses formes y foisonne.

Une mare nouvellement formée commence par être colonisée par les végétaux.

Les plantes se développant dans une mare peuvent être issues, entre autres, de graines transportées par le vent, ou de graines se collant au plumage des canards voyageant d'une mare à une autre, qui trouvent de bonnes conditions de germination dans cette eau riche en sels minéraux.

Lorsque l'on observe une mare, on constate que la végétation s'organise en un ensemble de zones distinctes de la périphérie vers le centre du plan d'eau. A ces zones correspondent à chaque fois des exigences de vie bien particulières. Elles sont caractérisées par des espèces de plus en plus hydrophiles (qui aiment l'humidité). Sur la rive, se développent des plantes aériennes des milieux humides comme des saules ou des joncs. Au bord de la mare, on trouve des plantes semi-aquatiques, plantes aériennes enracinées dans la vase, tels que les roseaux. Au sein de la mare vivent des plantes aquatiques totalement immergées. On distingue des végétaux fixés sur le fond comme l'élodée ou les nénuphars, des végétaux flottants à la surface de l'eau comme les lentilles d'eau ainsi qu'un grand nombre d'êtres vivants microscopiques proches des plantes, le phytoplancton, porté et entraîné passivement par l'eau. Ici, c'est donc le facteur humidité qui influe la végétation.

Les êtres vivants qui réalisent la photosynthèse sont indispensables à l'écologie de la mare puisqu'ils produisent de l'oxygène qui est en partie dissous dans l'eau et permet la colonisation de la mare par des animaux capables d'utiliser cet oxygène dissout pour respirer. En parallèle, les végétaux servent également d'abri et de nourriture à ces animaux.

Les végétaux de la mare sont à la base de réseaux trophiques complexes. Par exemple, le phytoplancton est mangé par des êtres vivants microscopiques proches des animaux, le zooplancton, à son tour consommé entre autres par des insectes aquatiques et des petits poissons. Des amphibiens tels que les tritons ou les grenouilles et d'autres poissons se nourrissent ensuite de ces insectes et petits poissons et ainsi de suite...

Parmi les poissons présents dans les mares, on trouve la bouvière, présentant une reproduction particulière. En effet, au début du printemps, la femelle dépose ses œufs dans une moule d'eau douce, l'anodonte. Le mâle vient ensuite déposer ses gamètes. Par la suite, après avoir passer quinze jours au sein de leur hôte, les alevins (poissons nouveaux nés) sortent, chargés des larves de la moule, qu'ils vont disperser.

Les rainettes, des grenouilles, contiennent dans leur vessie d'autres petits animaux, les polystomes. En période de reproduction, les œufs des polystomes évacués dans l'eau

donnent naissance à de petits organismes nageurs qui partent à la recherche des têtards de rainettes et se fixent à leurs branchies. Si le têtard rencontré est encore jeune, le polystome grandit rapidement en se nourrissant au dépend du têtard et pond des œufs. Quand le têtard se métamorphose en rainette, le polystome meurt et les nombreux œufs qu'il a pondus ont éclos et ont multiplié les infestations dans la population de têtards. Si le têtard est âgé, le polystome ne grandit pas, ne pond pas d'œufs et demeure inchangé jusqu'à la métamorphose. À ce moment-là, il se déplace jusqu'à la vessie de la jeune rainette et le cycle se répète.

Les débris des végétaux et les déjections des animaux sont décomposés par des bactéries, des larves et des insectes présents à la surface ou dans la vase, qui les transforment en sels minéraux assimilables par les plantes.

La mare ayant une faible profondeur, le rayonnement solaire pénètre dans l'eau jusqu'au fond qui absorbe la chaleur et l'accumule. Le volume d'eau étant faible, la mare est soumise aux variations de la température extérieure que ce soit entre le jour et la nuit ou suivant les saisons. En hiver, les eaux peuvent geler, paralysant la vie végétale et animale.

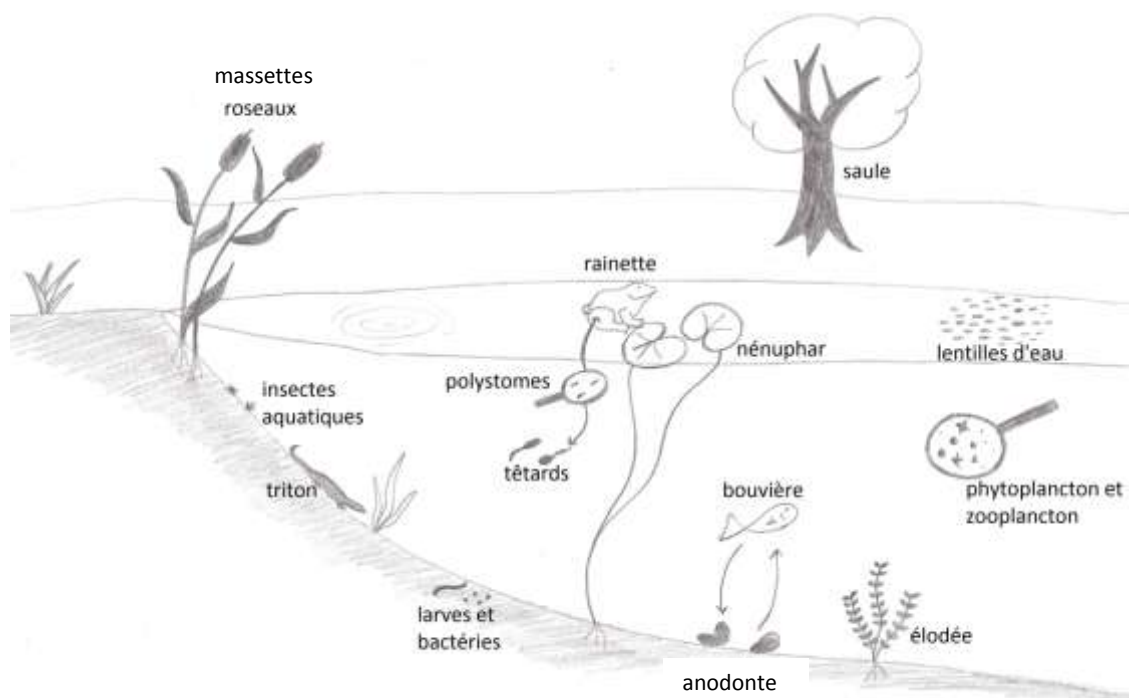
(sources:

C'est pas sorcier, "écologie d'une mare"

Association des Naturalistes de l'Ariège, document pédagogique "La mare: un écosystème d'une grande diversité"

www.lesmares.com)

Schéma simplifié de l'écosystème mare



Critères d'évaluation, indicateurs généraux et pondération:

Critère d'évaluation	Indicateurs généraux	pondération
Mise en œuvre de la démarche	-Choix correct des données utiles.	80%
Qualité formelle de la production	-Utilisation des termes, scientifiques appropriés. -Correction de la langue française utilisée. -Présentation structurée et soignée	20%

b/ Document enseignant

Famille de tâche:

Famille 4: Présenter sous une autre forme, une information, un concept, un processus ou un phénomène naturel.

Titre: L'interdépendance des êtres vivants entre eux et avec leur milieu: l'exemple de l'écosystème mare.

Public cible: 2^e degré; sciences de base/sciences générales; 3^e année.

Consignes:

Voir le document élève.

préalables à l'épreuve

L'élève doit avoir vu le thème "l'interdépendance des êtres vivants entre eux et avec leur milieu".

Modalités de l'épreuve:

Durée de l'épreuve: 1 période de cours.

Forme du produit attendu: un texte explicatif.

Supports à traiter: un texte et un schéma.

Compétences, savoirs et savoir-faire évalués dans le cadre de cette épreuve:

Compétences:

-S'approprier des concepts fondamentaux, des modèles ou des principes: les utiliser pour rendre compte des faits observés.

-Résoudre des applications concrètes: cerner la question et sélectionner les données utiles.

-Utiliser des procédures de communication.

Savoirs:

-Facteurs abiotiques, facteurs biotiques.

-relations interspécifiques: prédation, parasitisme, symbiose, compétition, mutualisme.

Savoir-faire:

-Mettre en œuvre des procédures de communication écrite.

Grille d'évaluation:

Critères	Indicateurs	Pondération	
1. Appropriation du problème posé	<p>1.1. Maîtrise des concepts représentés.</p> <p>1.1.1. L'élève a correctement défini ce qu'est un facteur abiotique.</p> <p>1.1.2. L'élève a correctement défini ce qu'est un facteur biotique.</p> <p>1.1.3. L'élève a correctement défini les 4 relations interspécifiques abordées dans le texte.</p> <p>1.2. Identification des éléments qui interviennent dans le problème posé.</p> <p>1.2.1. L'élève a trouvé les 4 facteurs abiotiques caractérisant l'écosystème mare apparaissant dans le texte.</p> <p>1.2.2. L'élève a trouvé les 4 facteurs biotiques apparaissant dans le texte.</p> <p>1.2.3. L'élève a trouvé les bons exemples pour ces relations interspécifiques .</p>	<p>/1</p> <p>/1</p> <p>/4</p> <p></p> <p>/4</p> <p>/4</p> <p>/2</p>	<p>/16</p>
2. Qualité formelle de la production	<p>2.1. Le texte est formulé dans un français correct.</p> <p>2.2. La présentation est structurée et soignée.</p> <p>2.3. Le vocabulaire scientifique est correctement utilisé.</p>	<p>/2</p> <p>/1</p> <p>/1</p>	<p>/4</p>
		Total	/20

III. Bibliographie

ANDRE. P., LEBRUN P., GERARD E., LERUTH Y., 1985. La forêt, sa flore, sa faune, sa gestion. Un exemple: le Bois de Lauzelle. Office International De Librairie, Bruxelles, 150 p.

BARBAULT R., 1997. Ecologie générale. 4ème édition. Masson, Paris, 286 p.

BARBOUR M.G., BURK J.H., PITTS W.D., GILLIAM F.S., SCHWARTZ M.W., 1999. Terrestrial plant ecology. 3rd ed. Benjamin/Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman Inc., Sand Hill Road, 649 p.

BELL P.R., HEMSLEY A.R., 2000. Green plants, their origin and diversity. Cambridge University Press, Cambridge, 349 p.

CAMPBELL N., REECE J., 2004. Biologie. De Boeck Université, Bruxelles, 1364 p.

CARON J.M., GAUTIER A. LARDEAUX J.M., SCHAAF A., ULYSSE J., WOZNIAK J., 2003. Comprendre et enseigner la planète Terre. Ophrys, Paris, 303 p.

CHINERY M., 2005. Insectes de France et d'Europe occidentale. Flammarion, Paris, 320 p.

DAJOZ R., 1969. Précis d'écologie. Dunod, Paris, 357 p.

DELEAGE J.P., 1991. Une histoire de l'écologie. Editions La Découverte, Seuil, Paris, 330 p.

DERUELLE S., LALLEMANT R., 1983. Les lichens témoins de la pollution. Vuibert Université, Paris, 108 p.

DREYER E, DREYER W, 1998. Guide de la forêt, le milieu, la flore et la faune. Delachaux et Niestlé, Lausanne-Paris, 384p.

DUCO A., BOUSQUET A., CHAPRON G., DELAROCQUE C., GUILLOT G., SOURDILLE S., THOMAS G., 2005. SVT 6ème. Belin, Paris, 215p. FAURIE C., FERRA C., MEDORI P., DEVAUX J., HEMPTINNE J. L., 2003. Ecologie – Approche scientifique et pratique. Editions Tec et Doc, Lavoisier, Paris, 407 p.

FISCHESSER B., DUPUIS-TATE M-F., 1996. Le guide illustré de l'écologie. Editions de La Martinière - Cemagref Editions, Paris, 319 p.

FRONTIER S., PICHOD-VIALE D., 1990. Ecosystèmes structure-fonctionnement évolution. Masson, Paris, 391 p.

GLENN D. D., DICKMANN D. I., 2009. Forestry field studies, a manual for science teachers. National Science Teachers Association press, Arligton, 102 p.

GUREVITCH J., SCHEINER S.M., FOX G.A., 2002. The Ecology of Plants. Sinauer Associates Inc., Sunderland, 523 p.

KIRSCHBAUM U., WIRT V., 1997. Les lichens bio-indicateurs. Les reconnaître. Evaluer le qualité de l'air. Les Editions Eugen Ulmer, Paris, 128 p.

LECRON J.M., MALAISSE F., 1994. A la découverte de la forêt, sentier didactique. Laboratoire d'écologie de la Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux, 214 p.

LEVEQUE C., 2001. Ecologie - De l'écosystème à la biosphère. Dunod, Paris, 502 p.

McGLASHAN P., GRASSER K., DOW P., HARTNEY D., ROGERS B., 2007. Outdoor inquiries, taking sciences investigations outside the classroom. Heinemann, Portsmouth, 123 p.

MEYER S., REEB C., BOSDEVEIX R., 2008. Botanique - Biologie et physiologie végétales. Maloine, Paris, 490 p.

OTTO H. J., 1998. Ecologie forestière. Institut pour le développement forestier, Paris, 397 p.

RAMADE F., 1984. Eléments d'écologie – écologie fondamentale. McGraw-Hill, Paris, 403 p.

RICKLEFS R.E., MILLER L., 2005. Ecologie. De Boeck Université, Bruxelles, 822 p.

THOMAS P.A., PACKHAM J.R., 2007. Ecology of woodlands and forests. Cambridge University Press, New York, 528 p.

VAN DER MAAREL E., (sous la direction de), 2005. Vegetation ecology. Blackwell Publishing company, Malden, 395 p.