



Les écosystèmes, leur structure et leur fonctionnement

À travers l'exemple de la pâture de bovins en zone tempérée

1. Un écosystème est un biotope occupé par une biocénose

1.1. L'écosystème est un ensemble biotope+ biocénose délimité par un observateur

11.1. C'est l'observateur/expérimentateur qui délimite l'écosystème pour en faire un objet d'étude

11.2. Le biotope est le milieu

11.3. La biocénose est l'ensemble des populations de différentes espèces (les communautés)

1.2. L'écosystème est structuré spatialement tant du point de vue de biotope que de la biocénose

12.1. Un écosystème possède plusieurs strates

12.2. Le sol présente plusieurs horizons, et une vie microbienne

122.1. La litière contient une faune très diversifiée

122.2. Les horizons plus profonds contiennent essentiellement des bactéries et des champignons

122.3. Le sol est structuré en horizons, ce qui est détruit par le labour

12.3. Les communautés sont réparties de façon hétérogène dans le biotope

12.4. Certaines espèces dites « architectes » ou « ingénieur » façonnent le biotope

1.3. L'agrosystème est un exemple d'écosystème anthropisé

2. Les relations interspécifiques affectent le fonctionnement des organismes et la structure des populations

2.1. Il existe 6 types de relations trophiques interspécifiques

21.1. Les relations trophiques interspécifiques peuvent être positives, neutres, ou négatives pour chaque partenaire

211.1. Le mutualisme est positif pour les deux partenaires

211.2. Le parasitisme est positif pour le parasite et négatif pour l'hôte

211.3. La prédation et la phytophagie sont positifs pour le prédateur ou le phytophage et négatif pour la proie ou le végétal

211.4. Il existe des formes intermédiaires de relations trophiques

21.2. On peut identifier le type de relation trophique qui lie deux espèces

21.3. L'effet sur la valeur sélective (fitness) est un élément important pour définir le type de relation trophique

213.1. Dans le mutualisme, les partenaires augmentent leurs valeurs sélectives respectives

213.2. Dans la prédation, la valeur sélective de la proie diminue, mais seulement si la population de proies est faible

213.3. En cas de phytophagie régulière (pâturage), la valeur sélective des petites herbacées à croissance rapide augmente

213.4. Dans la phytophagie, les dispositifs de défense des plantes augmentent leur fitness relative

213.5. Dans le parasitisme, le parasite diminue la valeur sélective de l'hôte

2.2. Il peut y avoir une compétition interspécifique pour les ressources trophiques

22.1. Dans une forêt, les plantes sont en compétition pour la lumière

221.1) Les feuilles font obstacle à la diffusion de la lumière

221.2) Les feuilles supérieures absorbent une grande partie des longueurs d'ondes utilisables pour la photosynthèse

221.3) La compétition pour la lumière limite la croissance des espèces héliophiles en sous-bois

221.4) La compétition pour la lumière limite la croissance des jeunes pins sous un couvert de chênes

221.5) La compétition pour la lumière détermine les successions végétales forestières

22.2. Les micro-organismes entrent en compétition par antibiose

2.3. Les relations interspécifiques restreignent la niche écologique potentielle en une niche réalisée

23.1. Une niche écologique est l'utilisation globale qu'une espèce fait des ressources biotiques et abiotiques de son milieu

23.2. L'espèce occupe la niche réalisée car elle est exclue d'une partie de sa niche potentielle par des compétiteurs

232.1. Deux espèces ayant la même niche ne peuvent coexister dans l'écosystème, c'est l'exclusion compétitive

232.2. Les stratégies K ont des niches étroites, les r une niche large

23.3. La niche est aussi délimitée par des rétroactions négatives faisant intervenir des relations trophiques inter-espèces (effet Janzen-Connell)

2.4. Les relations interspécifiques structurent les biocénoses



- 25.1. Les espèces dominantes sont les plus abondantes
- 25.2. Les bovins sont l'espèce « clef de voûte » qui entretient un stade intermédiaire dans les successions végétales de la prairie

3. Les interactions trophiques peuvent être représentées sous forme de chaînes et pyramides trophiques

3.1. Une chaîne trophique est une succession d'êtres vivants qui consomment les organismes du niveau trophique inférieur

- 31.1. Il existe 3 types de chaînes alimentaires : de prédateurs, de détritivores, de parasites
- 31.2. Le niveau trophique est le rang qu'occupe un être vivant dans une chaîne trophique

3.2. Chaque niveau trophique est caractérisé par ses prélèvements et rejets de matière, et la production de biomasse

- 32.1. Les producteurs primaires sont des autotrophes : photolithotrophes ou des chimiolithotrophes
- 32.2. Les consommateurs sont des chimioorganotrophes qui consomment la matière organique vivante de l'écosystème

3.3. Les pyramides écologiques s'expliquent par les pertes énergétiques entre niveaux trophiques

- 33.1. Les pyramides écologiques représentent l'importance relative de chaque niveau trophique d'une chaîne trophique
- 33.2. Chaque niveau trophique n'assimile qu'une partie ingérée et en perd par son catabolisme
- 33.3. Le rendement écologique mesure l'efficacité de l'utilisation de l'énergie entre 2 niveaux trophiques successifs (environ 10%)
 - 333.1. Le rendement écologique dépend du niveau trophique, de l'endothermie et de l'âge
 - 333.2. Le rendement écologique est en moyenne seulement de 10%
- 33.4. La valeur du rendement écologique détermine la forme de la pyramide trophique des biomasses

3.4. La symbiose modifie le couplage entre les niveaux trophiques et son rendement

- 34.1. La présence de ruminant ne rend pas les pyramides anormales...
- 34.2. ... Bien que le système herbe/vache soit assimilable à une double symbiose entre trois niveaux trophiques
- 34.3. Il n'y a pas de pertes d'énergie entre deux niveaux trophiques si les organismes concernés forment une symbiose
- 34.4. La vraie pyramide trophique herbe-vache-homme, contient 5 niveaux trophiques, dont 3 d'égale importance en masse ou énergie

3.5. Des facteurs abiotiques peuvent modifier la production primaire

- 35.1. La production primaire est saisonnière, à cause du stress hydrique en été et de la réduction de la température et de la photopériode en hiver
- 35.2. A la belle saison, la production primaire est déterminée par le facteur limitant
- 35.3. L'homme augmente la production primaire de l'écosystème par la fertilisation

4. Les chaînes trophiques interconnectées en réseau trophique recyclent la matière

- 4.1. Un réseau trophique est un ensemble de chaînes alimentaires interconnectées
- 4.2. Les polyphages connectent entre elles les chaînes alimentaires
- 4.3. Le catabolisme des consommateurs minéralise la matière
- 4.4. La décomposition se fait grâce aux microorganismes qui métabolisent la cellulose et la lignine

5. L'écosystème fonctionne grâce à un flux d'énergie et de matière partiellement cyclique

- 5.1. Un écosystème est un système ouvert traversé par un flux d'énergie
- 5.2. On peut établir un bilan quantitatif des importations et exportations de l'écosystème

6. Les écosystèmes évoluent de façon plus ou moins réversible selon leur résilience

- 6.1. Des modifications naturelles ou anthropiques peuvent modifier la biodiversité de la pâture



61.1. Des modifications biotiques peuvent réduire la biodiversité, comme le surpâturage ou une espèce envahissante

61.2. Des modifications abiotiques peuvent réduire la biodiversité, comme dans l'eutrophisation

6.2. La biodiversité d'une pâture assure des services écosystémiques

6.3. Un écosystème a une certaine résilience



CONCLUSION

L'écosystème est un ensemble circonscrit par un observateur/expérimentateur, définissant ainsi un objet d'étude. La biocénose, ensemble des populations des différentes espèces, y compris microbiennes, forme avec le biotope les éléments de l'écosystème. La distribution spatiale de ces éléments détermine en partie la structure de l'écosystème.

Au sein de l'écosystème, les espèces entretiennent entre elles des relations variées qui affectent notamment le fonctionnement des organismes et la structure de leurs populations. Ces relations restreignent la niche écologique potentielle en une niche écologique réalisée.

Les interactions trophiques peuvent être représentées sous forme de chaînes trophiques et de pyramides trophiques.

Les chaînes trophiques sont interconnectées en un réseau trophique. Le fonctionnement de ces réseaux contribue au recyclage de la biomasse au sein de l'écosystème (cycle de la matière).

L'écosystème est un système ouvert. Le fonctionnement de l'écosystème repose sur un flux d'énergie et des transferts de matière en partie cycliques.

Les écosystèmes sont des systèmes dynamiques. Des modifications naturelles ou d'origine anthropique peuvent faire évoluer leur état, d'une façon plus ou moins réversible selon la résilience du système.

Les estimations quantitatives associées aux caractéristiques d'un écosystème (production, productivité, biomasse, flux énergétique...), l'évaluation de l'influence de différents paramètres, constituent des guides dans la gestion des écosystèmes.

CAPACITES EXIGIBLES

- définir biotope (= milieu), biocénose (= communautés), écosystème ;
- organiser la description de la structuration spatiale de l'écosystème (strates, sol, fraction microbienne, distribution des espèces, notion d'espèce « architecte » ou espèce « ingénieur ») ;
- définir l'agrosystème comme un exemple particulier d'écosystème anthropisé ;
- illustrer la diversité des relations trophiques interspécifiques (mutualisme, parasitisme et prédation / phytophagie) et montrer qu'il existe des formes intermédiaires ;
- discuter de l'appartenance d'une relation à l'une ou l'autre de ces catégories à partir d'éléments fournis ;
- prendre en compte l'effet sur la valeur sélective (« fitness ») dans la définition d'une relation interspécifique ;
On se limite à des exemples vus en cours ou en travaux pratiques (mycorhizes, mildiou, Plasmodium, vache...).
- définir et exposer un exemple de compétition interspécifique pour les ressources ;
On se limite à un exemple de lutte pour la lumière chez les végétaux (en s'appuyant sur un écosystème forestier) et d'antibiose chez les micro-organismes.
- définir la notion de niche écologique potentielle ;
- relier les interactions interspécifiques à la dynamique d'une population et à la délimitation de la niche écologique réalisée ;
On se limite à un exemple de rétroaction positive ou négative (cas de l'effet Janzen-Connell).
- relier l'effet de ces interactions à la structure des biocénoses ;
- définir en particulier une espèce « clef de voûte » ;
On se limite à l'exemple des bovins, clef de voûte de l'entretien d'un stade intermédiaire dans des successions végétales, la connaissance des successions elles-mêmes n'étant pas exigible.

Liens :

Travaux Pratiques, dynamique des populations ; la compétition pour les ressources est un moteur de la sélection naturelle (§ IV-D)

- définir une chaîne trophique et un niveau trophique ;
- relier, pour chaque niveau trophique, prélèvement, rejet de matière et production de biomasse ;
- définir production, productivité, temps de séjour, rendement ;
- construire et analyser un bilan quantitatif de ces transferts entre niveaux trophiques ;



- discuter la place de la vache (un ruminant) dans les pyramides de production (en biomasse et énergie) correspondant au système herbe-vache-homme en considérant la vache comme une symbiose entre microbes (consommateurs 1 ou 2) et animal-hôte (consommateur d'ordre supérieur ou égal à 2)
 - discuter le rôle de la symbiose dans le couplage entre niveaux trophiques et le rendement du transfert ;
 - montrer l'influence de paramètres abiotiques sur la production primaire ;
- Aucune valeur numérique n'est à mémoriser.*
- définir la notion de réseau trophique ;
 - relier la complexité des réseaux trophiques à l'existence de polyphages, dont en particulier des consommateurs microbiens ;
 - montrer que le catabolisme de tous les consommateurs (y compris microbiens) aboutit à une minéralisation ;
 - définir la notion de décomposition et la relier à l'existence de consommateurs microbiens, capables d'utiliser les matériaux complexes (lignine, cellulose) ;
 - analyser le flux d'énergie, de son entrée dans l'écosystème et la biomasse à sa restitution sous forme de chaleur ; établir le lien entre la production primaire et l'utilisation de l'énergie du Soleil (phototrophie), voire de réactions chimiques (chimolithotrophie - cas de la nitrification) ;
 - établir un bilan quantitatif des exportations / importations d'une pâture, les informations étant fournies ;
- Aucune donnée numérique n'est à mémoriser.*
- identifier des facteurs agissant sur la biodiversité au sein d'un écosystème ;
 - à partir de bilans qualitatifs et quantitatifs fournis, montrer que des modifications d'origine biotique (exemple du surpâturage et ou d'une espèce envahissante) ou abiotique (exemple de l'eutrophisation) peuvent modifier la structure et le fonctionnement de l'écosystème ;
 - expliquer sur un exemple les effets d'une variation de la biodiversité sur le fonctionnement d'une pâture et en particulier sur les services écosystémiques ;
 - définir la notion de résilience. Aucun exemple n'est à mémoriser ;

EXEMPLES DE SUJETS

La pâture des bovins, un agrosystème

Les relations interspécifiques et leurs conséquences

La notion de niche écologique

Les symbioses dans la pâture des bovins

Chaînes, pyramides trophiques et transferts de matière et d'énergie dans un écosystème

La production primaire (+BCPST1)

Le recyclage de la matière dans un écosystème (avec le cours sur le cycle du carbone)