

« Les êtres vivants et les saisons »

Le propos se limitera aux organismes pluricellulaires vivant en climat tempéré continental.

Introduction

Les **êtres vivants** sont fondamentalement constitués d'une ou plusieurs cellules et leur maintien en vie repose sur la réalisation des fonctions vitales de nutrition, de relation et de reproduction.

En **zone climatique tempérée** (entre 30 et 60 ° de latitude, c'est le cas de la France métropolitaine), le domaine continental est soumis à des **variations importantes de températures, de pluviométrie et de photopériode au cours de l'année**, qui permettent de distinguer **4 saisons : hiver, printemps, été, automne**.

Par conséquent, les organismes vivant en milieu continental en zone tempérée rencontrent des conditions de milieu qui varient selon les saisons, ce qui peut affecter la réalisation de leurs fonctions vitales.

L'observation de la biocénose d'un écosystème tel que la prairie au cours des saisons montre des changements qui suivent les saisons.

Nous nous demanderons :

- **Comment la vie des organismes est-elle affectée par les variations saisonnières du milieu ?**
- **Comment expliquer la synchronisation entre la réalisation des fonctions vitales des organismes et les variations saisonnières du milieu ?**
- **Quelles en sont les conséquences aux différentes échelles ?**

Dans un premier temps nous chercherons à caractériser les changements qui affectent les êtres vivants au fil des saisons, en lien avec les caractéristiques de celles-ci. Nous chercherons ensuite à expliquer comment les variations saisonnières peuvent être perçues par les êtres vivants et quelles modifications en découlent. Enfin, nous envisagerons les conséquences de la synchronisation entre la vie des êtres vivants et les saisons à l'échelle des populations, des écosystèmes et dans le temps.

Nous nous limiterons, comme l'indique le sujet, aux êtres vivants pluricellulaires vivant en milieu aérien, avec des exemples choisis chez les Métazoaires et les Embryophytes.

I. Des variations cycliques dans la vie des organismes au fil des saisons

Cette approche peut s'appuyer sur l'observation d'un écosystème tel que la prairie pâturée.

Ici on n'attend pas l'exhaustivité, mais quelques exemples qui permettent de montrer les variations cycliques au fil des saisons chez les animaux et les végétaux, et de les relier aux changements de conditions de milieu en fonction des saisons qui doivent être explicitement présentés

1. En hiver, une activité réduite de la biocénose prairiale

- strate herbacée limitée : l'appareil végétatif aérien est réduit ; les rares arbres de la prairie ont perdu leurs feuilles (arbres souvent à feuilles caduques chez les Angiospermes)
- diverses formes de passage de l'hiver chez les végétaux : graines, organes de réserve souterrains (bulbes, tubercules, rhizomes, avec des ex), rosettes de feuilles, tiges ligneuses portant des bourgeons
- repos végétatif, vie ralentie (ex graines déshydratées) chez les végétaux en lien avec les températures froides
- vaches rentrées en stabulation car ressources alimentaires limitées. Comme d'autres Mammifères, elles présentent une toison d'hiver (pelage dense, poils plus longs)
- Mammifères sauvages se nourrissent de fruits, graines (rongeurs), végétaux herbacés restants, feuillages persistants de certains buissons comme le houx (cerf)
- pas / peu d'insectes (ectothermes)

- des animaux endothermes à activité réduite en lien avec faibles températures : hibernation (changements dans l'activité ; ex castor) ; hibernation ; migration (cigognes...)

En hiver, les faibles températures sont un facteur limitant important pour la biocénose car elles limitent le métabolisme. Il s'y ajoute une durée d'éclairement faible (impact sur les organismes photosynthétiques) et une disponibilité de l'eau à l'état liquide pouvant être réduite en cas de gel.

2. Au printemps, réveil de la végétation et reprise d'une vie active pour les animaux

- les graines s'imbibent d'eau et germent
- débourrement des bourgeons (ascension d'une sève brute de printemps enrichie en sucres simples issus de l'hydrolyse des réserves du bois). Croissance des rameaux, des feuilles, la photosynthèse peut reprendre
- les plantes de jours longs fleurissent
- les insectes pollinisateurs très actifs contribuent à la pollinisation des fleurs entomogames (ex sauge et abeille)
- la croissance des végétaux herbacés permet la nutrition des animaux phytophages, insectes mais aussi Mammifères sauvages ou domestiques : les vaches reviennent dans les pâtures
- des animaux sont nés et utilisent les ressources alimentaires abondamment disponibles pour leur développement : larves d'insectes, jeunes Mammifères après sevrage (faons, veaux sevrés...)
- les Mammifères adultes perdent leur toison d'hiver

Les précipitations du printemps apportent des ressources en eau, l'augmentation des températures permet une augmentation du métabolisme des végétaux et des animaux ectothermes, l'augmentation de la durée du jour est favorable à la photosynthèse : les conditions du printemps sont favorables à la vie de la biocénose prairiale

3. En été, une productivité et une activité importantes de la biocénose

- les jours longs, les températures élevées sont des conditions très favorables pour la réalisation de la photosynthèse par les végétaux, néanmoins la disponibilité en eau peut être un facteur limitant
- la croissance végétative se poursuit, les graines et fruits sont produits, des substances de réserve sont accumulées (dans les graines, dans des organes de réserve)
- dissémination de fruits et graines (zoochorie, en lien avec abondance des animaux)
- insectes et petits Mammifères sont très abondants dans la prairie, ils se sont reproduits, l'abondance des ressources permet leur croissance et pour certains plusieurs cycles de reproduction
- les températures élevées et la disponibilité des ressources en eau peuvent aussi constituer des facteurs limitants pour les animaux (ex : diminution de la production de lait / jour chez la vache lors de fortes chaleurs ; estivation escargots)

4. A l'automne, l'activité de la biocénose diminue,

- la réduction de la photophase coïncide avec la floraison des plantes de jours courts, et la reproduction de certaines espèces animales telles que le Cerf
- la croissance des végétaux ralentit puis s'arrête, les arbres à feuilles caduques perdent celles-ci, les bourgeons sont visibles sur les rameaux dénudés
- encore dissémination de fruits et graines
- les insectes sont moins nombreux et moins actifs

La diminution des températures et la réduction de la photophase sont peu favorables au métabolisme des organismes photosynthétiques, en revanche les précipitations sont abondantes, l'eau n'est pas un facteur limitant

La diminution des températures impacte aussi les organismes ectothermes

Bilan : Les variations saisonnières du milieu affectent la réalisation des différentes fonctions vitales de la biocénose de la prairie, ces constats pouvant être généralisés aux autres écosystèmes en climat tempéré. La reproduction sexuée est de manière assez évidente synchronisée avec les saisons.

Transition :

Comment les variations saisonnières sont-elles perçues et quelles en sont les conséquences à l'échelle de l'organisme ?

II. De la perception des variations saisonnières du milieu à leurs conséquences sur l'organisme

1. Variations de la photopériode et reproduction sexuée

Cette sous-partie est l'occasion de montrer que vous savez :

- argumenter à partir de résultats expérimentaux, de données d'observation,
- expliquer précisément un mécanisme.

On attend des explications à l'échelle moléculaire, conformément au programme, pour le développement floral.

- photophase la plus longue = solstice de printemps (21 juin) / la plus courte = solstice d'hiver (21 décembre)
- plantes et animaux de jours courts / de jours longs (exemples)
- mise en évidence de l'effet de la photopériode : soit chez végétaux / soit chez animaux
- chez les végétaux : perception par les feuilles (arguments expérimentaux possibles) / phytochrome Pr/Pfr / gène constans / florigène / floraison
- chez les animaux, ex : Cerf : perception par les yeux / mélatonine / axe HT-HP et stimulation activité gonades
- dans les deux cas, stimulus lumineux capté par un récepteur, un message est produit qui aboutit à une réponse de l'organisme

2. Variation de la photopériode et mise en réserve

- des modifications préparant à l'hiver chez les végétaux sont déclenchées par une diminution de la photophase : réduction des surfaces « fragiles » (feuilles caduques), mises en réserve dans des organes souterrains (ex tubercule pdt), accumulation de réserves et déshydratation des graines, protection des méristèmes dans les bourgeons à écailles, mise en réserve dans le bois chez les arbres...

3. Variations de la température et variations physiologiques

Dans cette sous-partie il importe de mettre en relation température et réalisation des réactions biochimiques du métabolisme, et de signaler l'effet du gel, et l'existence de dispositifs de protection.

L'effet de la vernalisation sur le développement floral est, comme celui de la photopériode, à développer (avec arguments expérimentaux et explications à l'échelle moléculaire).

- chez les animaux ectothermes et les végétaux, la température du milieu impose la température de l'organisme donc l'agitation moléculaire (loi d'Arrhénius) qui détermine la vitesse des réactions du métabolisme : il est ralenti en hiver
- les basses températures de l'hiver peuvent entraîner le gel de l'eau cellulaire et par conséquent la destruction de structures anatomiques fragiles (feuilles, méristèmes, tissus des organismes ectothermes...) ; il existe des dispositifs de protection : déshydratation des graines, chute des feuilles et interruption de la circulation des sèves, protection dans le biotope (sol pour graines, organes souterrains, couverture de neige)...
- chez les animaux endothermes, la température corporelle est un paramètre physiologique régulé

- capteurs de température (terminaisons nerveuses) dans le tégument, au niveau des organes internes / messages afférents vers l'hypothalamus, centre intégrateur qui compare les valeurs mesurées aux valeurs de consigne / messages moteurs vers les organes effecteurs ; notion de boucle de régulation
 - organes effecteurs : tégument surtout, avec érection des poils / vasoconstriction et limitation sudation si hypothermie ; vasodilatation et sudation (plus hyperventilation chez certaines espèces) en cas d'hyperthermie
 - des adaptations à l'hiver chez les Mammifères : toison d'hiver (si pas déjà citée), accumulation de lipides dans l'hypoderme (lard), tissu adipeux brun des animaux hibernant
- chez les végétaux, une période de froid est un signal capté par l'apex (céréales d'hiver) ou la feuille (ex betterave), qui déclenche l'induction florale : c'est la vernalisation
- le messager est chimique (argument expérimental : greffe entre un plant vernalisé / un non vernalisé), c'est le florigène
 - transporté par le phloème, le florigène déclenche la transition du méristème végétatif en méristème floral
 - mécanisme : froid → modification épigénétiques de la chromatine (désacétylations, méthylations des histones par VIN3, VRN1/VRN2) → répression de l'expression de FLC (qui est constitutionnelle) → levée de l'inhibition de l'expression de FT → synthèse de florigène

4. Variations de la disponibilité en eau : un facteur limitant surtout pour les végétaux

Ne pas oublier la pluviométrie parmi les conditions abiotiques qui changent avec les saisons ! Les êtres vivants étant essentiellement constitués d'eau, sa disponibilité a un impact.

Vous savez l'importance de l'eau dans l'auxèse (dont il n'est pas question ici d'expliquer les mécanismes), il faut faire le lien avec le caractère saisonnier de la croissance de l'appareil végétatif des végétaux.

- la disponibilité en eau varie avec les saisons car les précipitations sont bien plus abondantes au printemps et en automne qu'en hiver et surtout en été
- à cette variabilité dans le temps s'ajoute une variabilité de la disponibilité en eau dans l'espace, à laquelle les animaux sont moins soumis que les végétaux puisqu'ils peuvent se déplacer pour trouver de l'eau de boisson (augmentation osmolarité plasma sanguin → « comportement dipsique ») et que leur nourriture peut couvrir une partie de leurs besoins en eau, alors que les végétaux sont des organismes à vie fixée
- la croissance des végétaux est maximale au printemps (importance de l'eau dans l'auxèse) : germination des graines et développement des jeunes plants ; chez les Dicotylédones vivaces, croissance en longueur par mise en place de nouveaux phytomères ; croissance en diamètre avec la production saisonnière de bois (xylème II) par le cambium (bois de printemps avec vaisseaux de grand diamètre et peu de fibres, bois d'été avec des vaisseaux de plus faible diamètre et plus riche en fibres)
- pour les végétaux, en été la pluviométrie est un facteur très limitant : une période de sécheresse aura des impacts sur la croissance végétative (phytomères plus courts, cernes plus étroits), le développement des fruits charnus...
- le stress hydrique s'exerce sur les racines, qui assurent la fonction d'absorption d'eau et d'ions : baisse de potentiel hydrique sol → production d'acide abscissique → fermeture contrôlée des stomates → limitation des pertes en eau
- diversité des adaptations des végétaux xérophytes permettant la survie en période de sécheresse en été : un ex de sclérophyte (oyat et repliement de la feuille grâce à des cellules bulliformes...) ou un ex de malacophyte (feuilles charnues du sédum, parenchyme aquifère)

Bilan: Les variations de la photopériode et de température constituent des signaux qui déterminent la synchronisation du cycle de vie des animaux comme des végétaux. La disponibilité en eau constitue un facteur limitant surtout pour les Embryophytes, mais contribue aussi à la réalisation de certaines étapes de leur cycle de vie.

Transition : quelles les conséquences de cette synchronisation aux différentes échelles ?

III. Conséquences de cette synchronisation sur les cycles de développement des espèces, les populations et les écosystèmes

1. La synchronisation avec les saisons est favorable à la réussite de la reproduction sexuée

- un ex de cycle de reproduction sous forme de schéma mettant en évidence la synchronisation avec les saisons et les avantages pour l'exemple étudié (optimisation de la reproduction sexuée)
- mise en relation entre le coût énergétique élevé de la reproduction sexuée et l'abondance des ressources : production des gamètes / rapprochement des partenaires chez les animaux / production de descendants / soins aux jeunes (« stratégies » r / K)
- la synchronisation avec les saisons permet une synchronisation intra et interspécifique qui influence la réalisation du cycle de reproduction

Les items qui précèdent sont des « idées clé » attendues dans tous les cas.

Les propositions qui suivent n'étaient pas attendues de manière exhaustive, il s'agit d'exemples qui permettent d'argumenter les notions précédentes.

- au printemps les précipitations abondantes sont favorables à la réalisation de la fécondation chez les Filicophytes, celle-ci nécessitant un milieu aquatique transitoire (fécondation réalisée au sein du prothalle, gamétophyte = phase haploïde du cycle produisant les gamètes, les spermatozoïdes flagellés nagent en direction des oosphères immobiles contenus dans les archéogones : zoïdogamie)
- la déshydratation intervient dans plusieurs processus de déhiscence des cycles de reproduction des Embryophytes : sporange des Filicophytes, anthère des Angiospermes (mécanisme à expliquer pour l'un ou pour l'autre), déhiscence des fruits secs comme les gousses, siliques, capsules (donner un ou deux exemples)
- importance de la synchronisation interspécifique :
 - pollinisation entomogame (un ex précis), dissémination des fruits et graines par zoochorie (un ex précis), relation de mutualisme
 - nutrition des jeunes (ex sevrage des jeunes Mammifères phytophages en période de productivité importante des prairies, nourrissage des oisillons au nid par des larves d'insectes ex mésanges bleues et chenilles)
- importance de la synchronisation intraspécifique :
 - allogamie favorisée chez les végétaux (prothalle hermaphrodite, et souvent fleur des Angiospermes)
 - cas des animaux gonochoriques : gamètes mâles et femelles produits par des organismes différents

2. Conséquences sur les effectifs des populations

- synchronisation permet d'optimiser l'utilisation des ressources du milieu par les êtres vivants qui l'occupent : favorable au maintien ou à la croissance des effectifs des populations (ex insectes phytophages dans la prairie au printemps et en été)
- modèle logistique : compétition intraspécifique pour l'accès aux ressources, charge maximale du milieu (K)

3. Conséquences sur le fonctionnement des écosystèmes

L'idée clé ici est de montrer l'impact des variations saisonnières sur les flux de matière et d'énergie sur lesquels repose le fonctionnement des écosystèmes.

- flux de matière et d'énergie dans les écosystèmes étroitement lié aux saisons car reposent sur l'entrée d'énergie sous forme d'énergie solaire, et fonctionnement des réseaux trophiques donc abondance des organismes des différents niveaux trophiques (ex précis d'un réseau trophique dans la prairie au printemps)
- des modifications de la biodiversité dans les écosystèmes au cours des saisons : migrations en début d'automne/ au printemps (ex cigognes, hirondelles, milans noirs...), espèces annuelles (plantes présentes seulement sous forme de graines l'hiver, insectes présents seulement sous forme d'œufs d'hiver, comme les pucerons...)
- des liens entre fluctuations d'effectifs de différentes espèces (effets bottom-up et top-down)
- les producteurs primaires à la base des réseaux trophiques en milieu aérien, dont la réalisation du cycle de vie est très liée aux saisons comme on l'a vu plus tôt, sont la clé des variations qui affectent le fonctionnement des écosystèmes au cours des saisons

Conclusion :

Les variations saisonnières de la photopériode, de la température et de la disponibilité en eau, marquées en milieu tempéré, synchronisent la réalisation des cycles de vie des êtres vivants. Cette synchronisation favorise la réussite de la reproduction et le maintien en vie des organismes, elle est déterminante dans les interactions intra et interspécifiques, donc dans l'évolution des populations et le fonctionnement des écosystèmes.

Ouverture : Pb réchauffement climatique et décalage ds temps de la phénologie d'espèces mutualistes (ex fleurs entomogames et insectes) et impacts sur l'évolution de la biodiversité / Impacts de l'être humain (via domestication, réchauffement climatique...) sur les variations cycliques de la vie des êtres vivants, conséquences à l'échelle des écosystèmes...