

Ecosystèmes : interactions dynamiques entre êtres vivants et avec leur milieu

I. Dynamique des écosystèmes

1. Un exemple de succession primaire : la colonisation de la forêt après la dernière glaciation

Au départ, les glaciers se retirent et la terre est nue. Dès la première année, s'installent des espèces pionnières telles que les mousses, lichens et graminées. La diversité biologique est alors faible. Très rapidement, d'autres espèces arrivent, et les chaînes alimentaires se complexifient. Au bout de 3 ans, apparaissent les premiers buissons et arbres à bois tendre. Cependant, il faut attendre environ vingt ans pour que les pins s'établissent. Les chênes et hêtres s'installent beaucoup plus tard, nécessitant environ un siècle pour remplacer les conifères. La forêt de chênes ou de hêtres en équilibre avec le milieu n'apparaît qu'après 100 à 200 ans. À ce stade de maturité, la biodiversité est maximale, les sols sont vivants, fertiles et très épais. Ce stade de maturité est appelé stade "climacique" (du terme anglais "Climax" signifiant optimal).

Tout au long de cette succession, la richesse en nutriments et la biodiversité augmentent.

On définit la "succession primaire" comme la succession de communautés d'espèces animales et végétales allant du stade "roche nue" au stade "climacique".

Le stade "climacique" désigne l'ensemble des espèces et des écosystèmes en équilibre avec les facteurs du milieu.

Remarque : Le stade climacique peut différer de la forêt, s'il fait trop froid ou trop sec.

2. Variations des successions observées

La forêt climacique est très fragile et sensible aux variations du milieu. Elle peut brûler facilement, et ses vieux arbres sont vulnérables aux insectes ravageurs et à la sécheresse. Lors de telles catastrophes, de nombreuses espèces disparaissent, ce qui

correspond à des successions négatives.

Cependant, après un certain temps, les espèces climaciques réapparaissent et la forêt "optimale" se réinstalle.

On parle de "succession secondaire" pour désigner la succession d'associations d'espèces qui se succèdent après une perturbation.

3. Successions négatives et limites de la résilience face aux catastrophes

Lorsque les incendies sont rares, les sols ont le temps de se reconstituer, permettant aux arbres des forêts climaciques de croître à nouveau. En revanche, si les catastrophes sont trop étendues ou trop fréquentes, le stade climacique n'est pas atteint, et il ne reste qu'une végétation et une faune dégradées. Le sol s'appauvrit, et les écosystèmes se simplifient. Les successions négatives sont donc l'opposé des successions primaires et secondaires.

Enfin, ces successions négatives se produisent dans des milieux surexploités ou soumis à des aléas climatiques, comme dans les régions méditerranéennes où la forêt de chênes-lièges a été remplacée par un maquis à lavande ou une pelouse sèche.

II. Interactions dynamiques au sein des écosystèmes

1) Interactions entre biotope et biocénose

a. Influence du biotope sur la biocénose

- Influence de la température : Les arbres ont des préférences strictes en matière de température. Certains ne supportent pas le gel, ce qui explique pourquoi on ne plante pas d'Eucalyptus dans nos régions. D'autres organismes ont besoin de beaucoup d'oxygène, c'est pourquoi les morues ne vivent pas en région tropicale. La répartition de la faune et de la flore présente une zonation latitudinale, qui se retrouve aussi en altitude : les espèces aimant la fraîcheur vivent en plaine dans les régions septentrionales ou en montagnes en zones tempérées. La zonation*

altitudinale s'ajoute à cette répartition.

- *Influence de la lumière : Certaines espèces de sous-bois ne supportent pas la lumière vive. C'est pourquoi de grands arbres sont plantés pour abriter des cultures comme le cacao ou l'hévéa. La répartition des êtres vivants s'étage donc en fonction de la lumière disponible. En mer, cette répartition est également présente, la lumière ne pénétrant que dans les premiers dizaines de mètres.*
- *Agitation du milieu : Les vents et courants marins peuvent déformer les plantes si leur intensité est forte, par exemple en provoquant un "port en drapeau". Certaines plantes ont des racines superficielles. L'agitation modifie localement la répartition des êtres vivants.*
- *Nature du fond : La nature du fond influence la répartition des espèces. Par exemple, les soles vivent sur des fonds sableux pour se cacher, tandis que les huîtres ou moules ont besoin d'un support solide. La composition chimique du sol ou du fond (sable, roche, sols siliceux acides, zones polluées) limite aussi la présence de certaines plantes ou animaux.*
- *Variations du milieu : Certaines espèces comme les oursins ou étoiles de mer ne tolèrent pas les variations de salinité, d'autres si. Les variations de température et de salinité déterminent donc la composition locale des associations d'espèces.*

b. Influence du milieu sur la biocénose et la modification du biotope

- *Destruction du biotope par la biocénose : Certains mollusques attaquent les rochers calcaires ou le bois. Les racines d'arbres peuvent dissoudre ou disloquer des roches. La biocénose peut donc détruire le biotope. Ces destructions naturelles s'ajoutent aux destructions artificielles, comme l'exploitation minière.*

- *Construction du biotope : Les coraux et certains vers vivent dans des tubes calcaires assemblés, formant des récifs coralliens. Les racines végétales ralentissent l'érosion du sable, contribuant à la formation de dunes. La présence d'êtres vivants favorise l'apparition de biotopes spécifiques et de zones abritées.*
- *Modification du chimisme du biotope : Le ralentissement des courants limite l'oxygénation en mer, tandis que sur terre, les racines consomment l'oxygène, libèrent des acides diminuant le pH, et absorbent ou accumulent des métaux lourds, modifiant la composition chimique de l'environnement.*

2) Interactions entre êtres vivants au sein des biocénoses

Il existe trois principales catégories d'interactions : compétition, parasitisme et coopération.

a. Compétition

- *Elle est liée à la limitation des ressources : un écosystème ne peut supporter qu'un certain nombre d'individus.*
- *Compétition intraspécifique : entre individus de la même espèce, qui ont les mêmes besoins et occupent la même niche écologique. Lorsqu'une certaine densité est dépassée, la compétition s'intensifie, modifiant la morphologie (ex : arbres isolés plus petits, arbres en forêt plus grands et élancés). Elle peut réduire la biomasse et la densité des populations. Pour y faire face, certaines espèces migrent ou adoptent des stratégies d'évitement.*
- *Compétition interspécifique : entre deux espèces partageant le même milieu et la même niche écologique. Selon la loi de Gause-Volterra, l'une tend à supplanter l'autre (loi d'exclusion compétitive). Cependant, coexistence possible si les*

ressources sont partagées ou si des prédateurs limitent la dominance. Exemple : lézards du genre *Anolis* dans les Caraïbes, où une espèce occupe le haut des arbres, l'autre le sol, après invasion.

b. Exploitation

- *Prédation : un organisme (prédateur) capture et consomme un autre (proie). La prédation peut maintenir la densité des proies à un niveau supportable, ou conduire à leur extinction si la chasse est excessive (ex : trilobites disparus suite à une chasse excessive par les ancêtres des seiches).*
- *Équilibre dynamique : en général, la relation proies/prédateurs oscille : lorsque les proies sont nombreuses, le nombre de prédateurs augmente, et inversement (ex : couple lynx/lévrier).*
- *Facteurs limitant la prédation : efficacité de recherche, toxicité ou manque d'appétence des proies.*
- *Rôles des prédateurs : limiter la surpopulation, réduire infections et parasitisme, favoriser la sélection des proies camouflées ou toxiques.*
- *Parasitisme : relation où un organisme (parasite) vit au dépend d'un autre (hôte), souvent sans tuer l'hôte immédiatement, mais en le affaiblissant.*

1) Comparaison parasitisme > prédation

Contrairement au prédateur, le parasite vit aux dépens de son hôte : il n'a pas "intérêt" à le tuer trop rapidement. En effet, si la victime du parasite meure, ce dernier en fait de même.

De plus, le parasite est généralement plus petit que son hôte, alors que le prédateur est bien plus grand.

Types de parasitismes :

*Il existe tous les stades entre la vie libre et le parasitisme complet. Il peut être temporaire, comme dans le cas des tiques qui quittent leur hôte une fois qu'elles sont rassasiées. Il peut aussi être partiel, par exemple le gui, qui ne prélève que l'eau et les ions minéraux à sa victime. On connaît aussi des cas de parasites de parasites, appelés hyperparasitisme. Par exemple, la guêpe *Lysibia* parasite la guêpe *Cotesia*, qui parasite elle-même les chenilles d'un papillon. En général, les hyperparasites sont encore plus petits que les parasites simples et se reproduisent plus rapidement.*

Rôles des parasites :

*Comme les prédateurs, les parasites contrôlent la démographie de leur hôte : ils sont utilisés en lutte biologique contre les ravageurs. Ils modifient le phénotype de leur hôte : par exemple, les crabes parasités par *Q* ressemblent à des *Q*. Enfin, ils stimulent aussi la sélection naturelle des hôtes les plus résistants. C'est ainsi qu'il se déroule une sorte de "course aux armements" entre les hôtes qui évoluent pour résister aux parasites et les parasites qui évoluent pour attaquer les individus résistants. Remarque : 30 % des Eucaryotes seraient des parasites^[^n].*

2) Coopération : mutualisme et symbiose

a) Des relations avantageuses pour les deux partenaires

Des espèces non apparentées peuvent avoir intérêt à s'entraider. Par exemple, certains oiseaux chantent pour attirer l'attention des humains et les guider vers les ruches sauvages. L'homme les attaque : il récupère alors le miel et en échange, il offre aux oiseaux, aux abeilles et à la cire.

Au niveau des racines, les moisissures échangent les ions minéraux qu'elles ont puisés dans le sol contre des glucides et des acides aminés.

Types de coopération :

- *Si les partenaires peuvent encore vivre séparément, on parle de mutualisme. Le mutualisme désigne une association, non obligatoire, bénéfique aux deux partenaires.*
- *Si l'association est obligatoire, on parle de symbiose. Les échanges sont variés : il peut y avoir échange de nourriture ou protection contre des prédateurs ou des agents pathogènes.*

Conséquences de la coopération :

Le mutualisme et la symbiose favorisent la croissance et la multiplication des deux partenaires. Ils entraînent une augmentation des flux de matières. Enfin, les partenaires se sélectionnent mutuellement : il y a coévolution. Exemples : insectes pollinisateurs et fleurs entomophiles.

3) Conséquences de la dynamique des écosystèmes

1) Flux de carbone dans les écosystèmes

Les organismes autotrophes (plantes vertes et bactéries) fixent le CO₂ de l'air et de l'eau, le transformant en carbone organique. Ce carbone est ensuite consommé par les microphages et les herbivores.

Ce carbone organique peut :

- *s'accumuler au fond des lacs et des mers*
- *être consommé par les carnivores ou les décomposeurs*

Les herbivores, carnivores et décomposeurs assimilent une partie de ce carbone organique et en transforment une autre en CO₂. Ce CO₂ peut :

- être utilisé pour fabriquer des coquilles calcaires
- être dissous dans l'eau

Les flux de carbone organique et minéraux sont perturbés par les activités humaines, comme la combustion du pétrole et du charbon.

2) Flux d'azote dans les écosystèmes

L'azote de l'atmosphère est transformé en ammoniac par certaines bactéries du sol et dans les nodosités des racines des plantes supérieures. Cet ammoniac est utilisé pour produire des acides nucléiques et des acides aminés, qui circulent dans les chaînes alimentaires.

Une partie de l'azote organique est excrétée et restituée au milieu sous forme d'acide urique et d'ammoniac par les animaux et décomposeurs. En milieu aquatique, les bactéries *Nitrosomonas* le convertissent en azote minéral (dioxyde d'azote), bouclant ainsi le cycle. Dans les sols, d'autres bactéries effectuent la même transformation.

Les concentrations en N_2 , NO_3 et NH_4 dépendent de l'activité des organismes qui en produisent ou éliminent ces substances : elles sont en équilibre dynamique. Les activités humaines perturbent aussi ces teneurs, par exemple par l'apport d'engrais qui augmente la concentration en nitrates, puis en ammoniac.

Les effets de ces activités peuvent être mesurés en effectuant des bilans des entrées et sorties.

3) Cycle de l'eau

L'eau est absorbée par les racines des plantes et la bouche des animaux. Elle circule dans les êtres vivants, puis ressort par évaporation au niveau des feuilles, par respiration et lors de l'élimination des déchets chez les animaux.

La teneur en vapeur d'eau de l'atmosphère dépend aussi des apports par les activités physiques et biologiques, ainsi que des départs par précipitation et absorption par les

êtres vivants. Elle est en équilibre dynamique. Les effets des êtres vivants sur la teneur en vapeur d'eau peuvent être mesurés en déterminant les flux d'eau entrant dans l'atmosphère et ceux en sortant.