

CHAPITRE I. CONCEPTS EN ECOLOGIE

HISTOIRE DE L'ÉCOLOGIE

L'écologie est une discipline constituée principalement à partir du XIX^e siècle autour de plusieurs courants de pensée.

Deléage (1991) en a identifié trois principaux :

- Le courant botaniste,
- Le courant géologique,
- Le courant populationnel.

On sait que le mot *oekologie* a été créé en 1866 par Ernest Haeckel, auquel il donne le sens suivant :

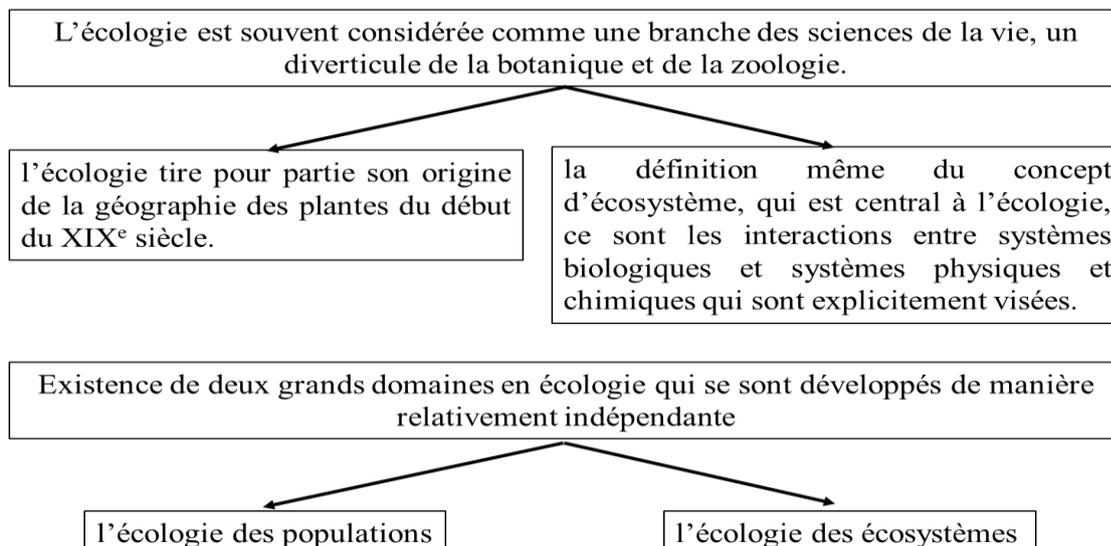
- « Science de l'économie, du mode de vie, des rapports vitaux externes des organismes » ;
- « Par oekologie nous entendons la totalité de la science des relations de l'organisme avec l'environnement, comprenant, au sens large, toutes les conditions d'existence » ;
- Et, en 1868 « *l'oecologie ou distribution géographique des organismes...* ».

DEFINITION DU TERME ECOLOGIE

« Définie comme l'étude des relations des organismes avec leur environnement, ou bien comme l'étude des interactions qui déterminent la distribution et l'abondance des organismes, ou encore comme l'étude des écosystèmes, l'écologie ouvre un large champ, de la physiologie à la biogéographie. Sous cet angle, c'est une sorte de biologie générale des organismes, une approche naturaliste du monde vivant ».

« L'écologie est l'étude des interactions entre les organismes vivants et le milieu, et des organismes vivants entre eux dans les conditions naturelles ».

ÉCOLOGIE DES ECOSYSTEMES ET/OU ÉCOLOGIE DES POPULATIONS



Écologie des populations

Concerne les modes de **distribution** et la dynamique de l'**abondance** des espèces dans le **temps** et dans l'**espace**, ainsi que les **interactions** entre ces espèces considérées surtout sous l'angle de la **compétition** pour les **ressources**. On met l'**accent** sur le **monde vivant** tout en considérant les **facteurs abiotiques** comme des **contraintes externes qui contrôlent la dynamique des populations**

Écologie des écosystèmes

Les objets de recherche ne sont pas exclusivement biologiques. On s'intéresse aux **cycles de matière et d'énergie qui structurent les écosystèmes** : processus et mécanismes de **production** et de **transfert** de la matière organique, de **décomposition** et de la **minéralisation**, etc. Ces **cycles biogéochimiques** ont pour **support** des populations microbiennes, végétales, ou animales que l'on regroupe sur la base de leur **rôle dans la régulation des flux** : producteurs, décomposeurs, fixateurs d'azote,...On se trouve ainsi à l'interface des sciences de la Vie et des sciences de la Planète.

NOTION DU SYSTEME ECOLOGIQUE

Les individus, que l'on perçoit d'abord comme isolés dans la nature, n'ont de sens, pour l'écologie, qu'au travers du système de relations qui les lient, d'une part à d'autres individus, et d'autre part à leur environnement physico-chimique.

La délimitation concrète des systèmes écologiques dépend de l'objectif de l'étude et de l'état des connaissances dans le domaine.

DYNAMIQUE DES SYSTEMES ECOLOGIQUES ET EVOLUTION

Les populations qui constituent la trame biologique des écosystèmes **ne sont pas en effet des entités figées**, variables seulement dans leurs effectifs ou leurs structures démographiques

Les populations naturelles restent exposées à des **pressions sélectives multiples** et sont donc **soumises à l'évolution**.

La variabilité génétique des populations naturelles apparaît ainsi comme une **propriété fondamentale des systèmes écologiques**.

DYNAMIQUE DES ECOSYSTEMES ET EQUILIBRE DE LA BIOSPHERE

Parmi toutes les espèces apparues à la surface du globe l'une occupe aujourd'hui une position tout à fait particulière, centrale pourrait-on dire : **l'espèce humaine**.

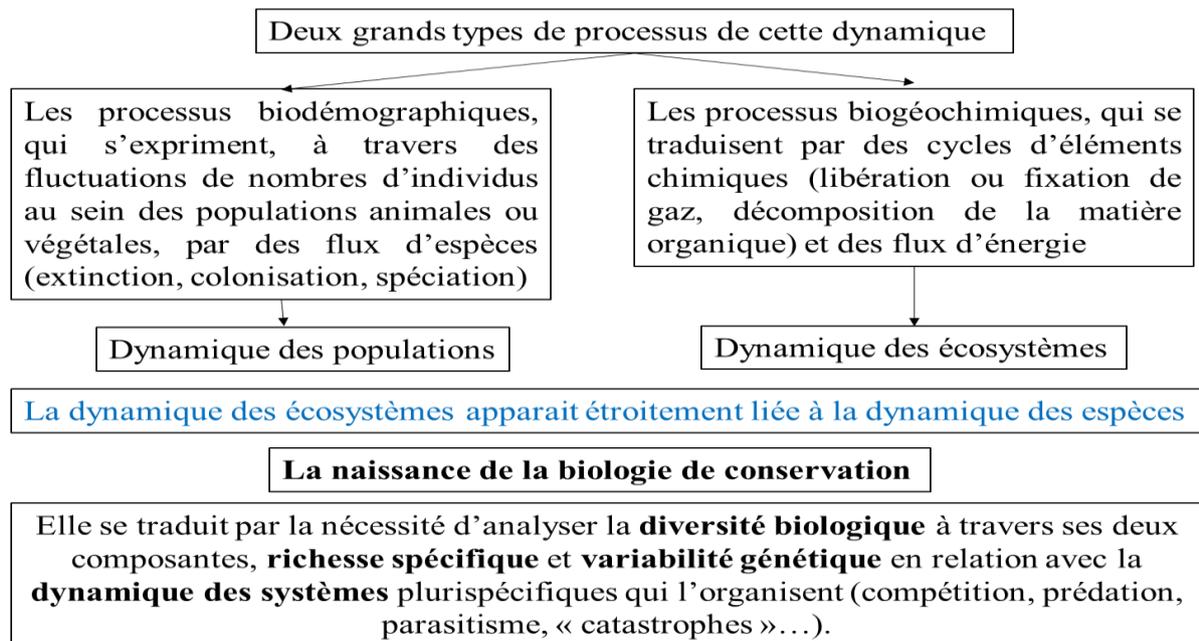
Succès démographique et économique

Compétences

Responsabilité de gérer la biosphère

De fait, les changements qui se profilent, climatiques et autres (pollutions, déforestations, déprise rurale), liés à l'explosion démographique et économique de notre population, affectant la biosphère dans son ensemble.

Comprendre cette dynamique complexe



CHAPITRE II. DYNAMIQUE DES POPULATIONS

Une **population** peut se définir de la façon la plus simple comme un **groupe d'individus** appartenant à la **même espèce**, occupant le **même biotope**, et qui **échange librement son pool de gènes**.

1. PRINCIPAUX PARAMETRES ECOLOGIQUES PROPRES AUX POPULATIONS

Densité et abondance relative

La densité s'exprime en nombre d'individus rapporté à l'unité de surface. On exprimera en règle générale la densité des ongulés dans une savane africaine en nombre d'individus par Km². Celle des arbres dans une forêt tempérée en nombre de sujets par hectare. Celle des arthropodes de la litière en nombre d'individus par m². D'autres unités, Comme la biomasse de la population étudiée, peuvent être adoptées pour exprimer cette densité. Ainsi. On parlera d'une densité de 500 kg de poissons par hectare d'étang ou 3.8 t d'antilopes par Km² de savane.

Il importe aussi de distinguer la **densité brute**, rapport de l'effectif total de la population (ou de sa biomasse) à la surface totale du biotope considéré et la **densité écologique**, rapport de l'effectif à la surface de l'habitat réellement disponible pour l'espèce considérée.

▪ Natalité et mortalité

La densité d'une population, sa croissance, ou son déclin, dépendent du nombre d'individus qui lui sont ajouté (natalité) et de ceux qui disparaissent (mortalité, émigration). En d'autres termes, **les effectifs de chaque espèce** dépendent principalement de **la différence entre les taux de natalité et de mortalité** et de l'équilibre entre **émigration et immigration**.

Le taux brut de natalité s'exprime en proportion de la population totale : 50 naissances pour 1000 individus et par an par exemple. A l'opposé, **le taux net de reproduction désigne le nombre total de femelles produit par chaque femelle fécondée.** C'est le taux de multiplication par génération.

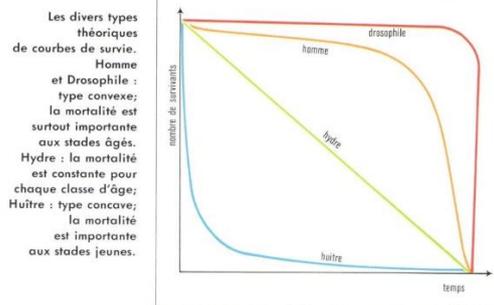
De la même façon que la natalité, la **mortalité** varie en fonction du groupe d'âge considéré, elle s'exprime par **le taux de mortalité ou par la probabilité de mort.**

- **Tables et courbes de survie**

Les **tables de survie** sont établies en dressant les colonnes dans lesquelles sont notés de façon conventionnelle un certain nombre de paramètres démographiques

Les **courbes de survie** fournissent de bonne représentation de la mortalité naturelle dans chaque population.

Âge	Femelles				Mâles			
	Nombre d'individus vivants au début de l'intervalle	Proportion de survivants au début de l'intervalle	Nombre de morts pendant l'intervalle	Taux de mortalité	Nombre d'individus vivants au début de l'intervalle	Proportion de survivants au début de l'intervalle	Nombre de morts pendant l'intervalle	Taux de mortalité
0-1	459	1,00	207	0,45	475	1,00	227	0,48
1-2	252	0,549	125	0,50	249	0,522	140	0,56
2-3	127	0,277	60	0,47	108	0,227	74	0,69
3-4	67	0,146	32	0,48	34	0,072	23	0,68
4-5	35	0,076	16	0,46	11	0,023	9	0,82
5-6	19	0,041	10	0,53	2	0,004	0	1
6-7	9	0,02	4	0,44	0			
7-8	5	0,011	1	0,20				
8-9	4	0,009	3	0,75				
9-10	1	0,002	1	1				



La **génération** correspond à l'ensemble des individus nés en même temps ou ; si l'espèce a une longévité importante, à l'ensemble des individus nés la même année.

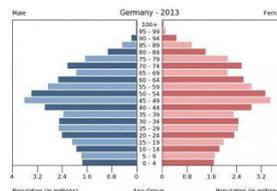
La **cohorte** est constituée par un groupe d'individus qui n'ont pas nécessairement le même âge mais qui ont vécu un même événement d'origine. Ainsi, dans une forêt, l'ensemble des arbres ayant le même diamètre de tronc à 1.3m de hauteur constitue cohorte.

▪ **Sex-ratio**

C'est le rapport entre le nombre d'individus appartenant au sexe male au sexe femelle que comporte une population.

▪ **Pyramides des âges**

Elles permettent d'obtenir une représentation intéressante de la structure en classe d'âge d'une population.



2. LOIS DE CROISSANCE DES POPULATIONS

▪ **Taux intrinsèque d'accroissement naturel et croissance exponentielle**

Lorsqu'un milieu offre temporairement des ressources naturelles en quantité surabondante les populations qui le peuplent vont pouvoir croître sans que des facteurs limitants ne viennent freiner cet accroissement.

▪ **Loi de croissance des populations en présence de facteurs limitants**

Dans les populations naturelle, l'effet cumulé des divers facteurs limitants propres aux milieux auxquels elles sont inféodées, va empêcher le potentiel biotique de s'exprimer en diminuant la natalité b , et en augmentant la mortalité m , l'influence globale de ces facteurs écologiques limitants traduit la résistance du milieu, laquelle va s'opposer d'autant plus l'accroissement des effectifs que la population considérée sera plus nombreuse. Ces facteurs tant intrinsèques (c'est-à-dire propre à

l'espèce considérée) qu'**extrinsèque** (liée au milieu) combinent leurs effets pour ajuster les effectifs à une valeur donnée, à laquelle ils plafonneront.

3. FLUCTUATION DANS LE TEMPS DES POPULATIONS NATURELLES

Dans les populations naturelles, les **fluctuations d'effectifs** et non leur constance constituent une **règle absolue**, même si dans de nombreux cas, ces derniers font **preuve d'une stabilité relative** lorsqu'on les étudie sur une assez longue période.

▪ Populations stables

On désigne sous ce terme des **populations naturelles qui présentent des oscillations de faible amplitude** autour d'une valeur moyenne. Elles caractérisent généralement des espèces de **grande taille** vivant dans des milieux où les **facteurs biotiques sont contraignant (compétition intense** par exemple) et exercent donc une action déterminante.

▪ Populations cycliques

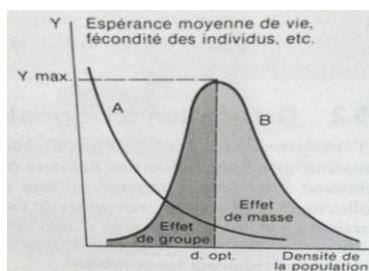
La majorité des espèces animales, mais aussi de nombreuses espèces végétales herbacées (plantes annuelles), ou croissant dans un environnement contraignant (plante des zones sahélienne par exemple) ; présentent des variations cycliques ; d'amplitude importante et parfois même très considérable, de leurs effectifs.

4. DISTRIBUTION SPATIALE DES POPULATIONS

Il est **rarissime** que les individus constituant une population naturelle soient **répartis** de façon **régulière** à la face de leur biotope. Sauf dans le cas des **plantes cultivées**. Un exemple remarquable de distribution régulière est constituée par la répartition des larves d'abeille sur les rayons de la ruche.

En règle générale ; les **espèces végétales** sont constituées d'individus répartie au **hasard**. Tandis que les **populations animales** pressentent très souvent une distribution en **agrégats**. Chez les animaux supérieurs, cette agrégation des individus peut résulter d'une **attraction sociale** (comportement grégaire), du résultat des processus de reproduction, de l'influence quotidienne ou saisonnière des fluctuations climatiques, de la réponse de la population à des différences locales dans la nature du biotope.

- Principe d'Allee



Dans les populations végétales, l'agrégation constitue un facteur très rapidement défavorable pour les individus constituant le groupe, à cause de la concurrence pour la lumière. En conséquence, la réponse écologique (croissance, survie, fécondité, par exemple) décroitra de façon monotone en fonction de l'effectif du groupe (en généralisant la densité de la population)

5. REGULATION DES POPULATIONS

▪ Notion de densité-dépendance

Nous avons déjà souligné qu'une des caractéristiques les plus remarquables des populations naturelles tient en leur **relative stabilité**. Même s'ils présentent des fluctuations cycliques ou aperiodiques, les

effectifs des populations animales ou végétales subissent rarement des variations **d'amplitude considérables**.

Il existe cependant quelques **exceptions** à cette constatation. Celles-ci concernent **les espèces introduites** de façon artificielle par l'homme dans les milieux qui leur sont écologiquement favorable, ou à l'opposé les espèces aux **populations déclinantes** (La plupart du temps à cause des perturbations écologiques induites par l'homme ou par suite de son action directe sur les espèces concernées ; par la pêche ou la chasse).

Pour interpréter la cause des variations d'effectifs d'une population au cours du temps ; il est nécessaire de comprendre **comment les taux de natalité et de mortalité sont affectés en fonction de la densité de la population considérées**. Mais aussi en **fonction des fluctuations de valeur présentées par les facteurs écologiques limitants propres à l'écosystème auquel l'espèce est inféodée**.

Dans les systèmes écologiques **peu évolués**, donc **faiblement diversifiés**, où les **facteurs abiotiques présentent des variations importantes** (froid, sécheresse, inondations, pollution, etc) la **régulation des effectifs** des populations est effectuée par ces **facteurs physico-chimiques**.

Dans les écosystèmes **évoluée**, hautement **différenciés et diversifiés** ; où **les fluctuations de facteurs physico-chimique sont de faible amplitude**, le **contrôle** des populations est assuré par **les facteurs biotiques**.

Notons enfin que dans toute **biocénose**, la tendance de **l'évolution naturelle** conduit les populations- par le jeu des phénomènes de **sélection-** à développer un système d'autorégulation car, **la surpopulation n'est dans l'intérêt d'aucune espèce vivante**.

▪ **Facteurs indépendants et dépendants de la densité**

Quelle que soit leur nature, il est toujours possible de répartir les facteurs écologiques entre l'une ou l'autre des catégories suivantes :

- Les facteurs indépendants de la densité.
- Les facteurs dépendants de la densité.

Les premiers doivent leur nom au fait que leur action sur les êtres vivants est totalement **indépendante de la densité des effectifs des populations** de toute espèces pour laquelle ils constituent des **facteurs limitans**. La quasi-totalité des facteurs abiotiques de nature physique ou chimiques est incluse dans ce groupe.

A l'opposé, les facteurs **dépendants de la densité** ; de nature **biotique** ; exercent une action directement **liée aux densités des populations atteints**. La quantité de nourriture disponible pour chaque individu, les risques de propagation d'une épidémie, dépendent bien évidemment des densités atteintes par les populations concernées.

▪ **Influence des facteurs indépendants de la densité**

Les **facteurs climatiques** peuvent jouer un rôle primordial dans fluctuations d'abondance de nombreuses espèces d'invertébrés terrestres en particulier, il en est de même pour divers autres facteurs physico-chimiques propres aux écosystèmes aquatiques.

En milieu aquatique les facteurs abiotiques peuvent exercer une influence majeure sur les densités des populations. Les variations de teneur en oxygène dissous jouent un rôle capital car leur baisse est susceptible d'entraîner des mortalités catastrophiques chez les animaux des eaux continentales et littorales.

CHAPITRE III. INTERACTIONS AU SEIN DE LA COMPOSANTE BIOTIQUE DE LA BIOCENOSE

INTERACTIONS NEGATIVES

1. Compétition

Le terme de compétition désigne une situation dans laquelle une ressource n'est pas disponible en quantité suffisante soit pour chaque individu d'une population de la même espèce soit pour deux populations d'espèces différentes. L'utilisation de la ressource par individu ou une espèce réduit sa disponibilité pour l'autre individu ou l'autre espèce, lesquels vont être affectés dans leur croissance ou leur survie par la raréfaction de cette ressource.

- **Compétition intraspécifique**

Son intensité dépend de la densité. Lorsqu'une ressource indispensable n'est plus disponible en quantité suffisante, les individus qui constituent la population concernée entrent en concurrence pour se la procurer.

- **Compétition interspécifique**

Elle se manifeste quand deux espèces différentes utilisent une ressource commune dont la disponibilité est limitée (compétition par **exploitation**) ou si leurs populations se gênent mutuellement pour accéder à la ressource dont elles ont besoin, même si celle-ci existe en quantité surabondante (compétition par **interférence**).

2. Prédation

La prédation constitue un processus écologique essentiel qui contrôle aussi les populations constituant les communautés et leur évolution.

- ***Impact de la prédation sur les populations de proies***

Le niveau de prédation est déterminé par l'aptitude du prédateur à capturer la proie et par la capacité de cette dernière à éviter la capture.

Il existe cependant de grandes variations dans le taux de prédation selon les espèces considérées. Chez les espèces qui n'ont pas la capacité de fuir à un prédateur - c'est par exemple les cas de nombreux invertébrés, en particulier d'insectes phytophages tels les pucerons- le taux de prédatons peut être élevé. Dans de tels cas, les espèces considérées ont un **potentiel biotique** élevé qui compense les pertes dues à la prédation.

- ***Impact de la prédation sur les populations de proies***

A l'opposé, chez les espèces animales de grande taille, vertébrées en particulier et de façon plus générale chez tous les animaux capables de se déplacer – et à fortiori de fuir rapidement- les taux de prédation, quoique variables selon le cas considéré, sont nettement plus faibles. Et outre, la population de proies n'est pas exposée de façon uniforme aux risques de capture.

- ***Rôle de la prédation dans la régulation des effectifs de la proie***

Certaines expériences d'éradication des ravageurs réalisées à vaste échelle prouvent cependant le rôle important que peut jouer la prédation dans la régulation des effectifs de l'espèce proie.

- **Cannibalisme**

Il constitue une forme spéciale de prédation qui survient à l'intérieur d'une même espèce dont les individus s'entre-dévorent.

3. Parasitisme

Dans ces formes les plus primitives, le parasitisme constitue une variante de la prédation car le parasite, bien qu'il soit toujours de taille plus faible que l'espèce aux dépens de laquelle il se développe, finit toujours par tuer son hôte dont il dévore les organes internes.

- **Adaptation aux parasites**

Les parasites vrais et leur hôte présentent en règle générale une adaptation mutuelle qui fait que les uns et les autres ne seront pas victimes d'une forte mortalité due à l'infection ou aux réactions de défense. Ainsi, des parasites intestinaux, comme les cestodes, vivent dans le tube digestif de leur hôte sans être digérés, et inversement ; celui-ci supporte souvent le ou les ténias qu'il héberge sans trouble majeures.

INTERACTIONS POSITIVES

1. Commensalisme

Dans le commensalisme ; l'hôte ne tire aucun bénéfice de l'organisme étranger auquel il offre en quelque sorte et (ou) le couvert.

2. Mutualisme

a) Coopération entre organisme sans association obligatoire

De nombreux organismes vivants peuvent s'associer entre eux et en tirer un bénéfice réciproque. Même s'ils peuvent se développer indépendamment dans des conditions normales.

b) Symbiose

Elle constitue la forme la plus évoluée des associations entre espèces ; elle présente un caractère obligatoire pour les organismes qui la pratiquent. L'association étant si étroite que les organismes symbiotiques ne peuvent généralement pas se développer en l'absence de leur hôte.

CHAPITRE IV. STRUCTURE ET ORGANISATION DES PEUPEMENTS ET DES BIOCÈNOSES

1. NOTION DE PEUPEMENT ET DE BIOCÈNOSE

Une biocèneose est constituée par un grand nombre d'espèces qui présentent divers types de fluctuations de leurs populations respectives et de leurs modalités d'interactions.

La compréhension de la structure et du fonctionnement des écosystèmes implique comme démarche préliminaire une bonne connaissance de l'organisation de leur biocèneose respective.

On peut certes subdiviser la biocèneose en **unité fonctionnelles** constituées par les communautés des **producteurs, des consommateurs et des décomposeurs**, il s'agit **cependant de sous-ensembles encore trop vastes pour être étudiés de façon commode**.

On distingue, aujourd'hui, entre ensemble des populations d'une même espèce et biocèneose, un **échelon intermédiaire** dont l'analyse s'est avérée **plus aisée et très novatrice**, celui du **peuplement**.

Le terme de peuplement **désigne souvent des unités systématiques** (ex: peuplement des diptérocarpacées des forêts ombrophiles de Bornéo, des fourmis des savanes sahélienne....etc.

Les groupements d'espèces **voisines appartenant à un même groupe systématique**, qui **exploitent** à l'intérieur d'un écosystème **une même catégorie de ressources**, constituent des peuplements « élémentaires » dénommés **guilde**.

2. ORGANISATION DES PEUPEMENTS

2.1. La biodiversité

La diversité biologique se rapporte à **la variété et à la variabilité** parmi les diverses formes de vie et dans les complexes écologiques sans lesquels elles se rencontrent.

a. Diverses échelles de la biodiversité

On peut distinguer quatre niveaux de complexité croissante dans le concept de biodiversité :

Le niveau élémentaire de la biodiversité est celui qui se rapporte aux **différences entre des individus** qui composent une même population. Elle désigne les variations morphologiques et physiologiques (= phénotypique) existant entre les organismes à laquelle est associée la plupart du temps une variabilité génétique (= génotypique).

La marche suivante est celle de la **métapopulation** (population de populations) c'est-à-dire le super-ensemble constitué dans un écosystème donné par les diverses populations sympatriques d'une même espèce, liées entre elles par un flux de gènes via les échanges de propagules entre chaque unité qui compose cette métapopulation.

Un niveau supérieur d'importance majeure, car ce dernier sert de référence usuelle pour la mesure de la biodiversité, est celui **de l'espèce**. Le nombre d'espèces d'un groupe systématique donné dans un écosystème déterminé revêt en effet une importance majeure en écologie appliquée à la protection de la nature et de ses ressources.

Le niveau ultérieur auquel peut être appréhendée la biodiversité est celui de **l'écosystème**. Ce dernier se caractérise surtout par les propriétés découlant de l'assemblage des espèces qui constituent sa biocénose prise en tant que telle.

b) La richesse spécifique

La richesse totale d'une biocénose correspond à la totalité des espèces qui la comportent

c) Influence des principaux paramètres écologiques sur l'importance de la biodiversité

▪ Relation avec la latitude

On constate de façon générale que **la richesse spécifique est maximale dans les peuplements équatoriaux, et minimale dans ceux des écosystèmes arctiques**.

En réalité, **la latitude n'agit pas directement mais au travers des facteurs climatiques favorables que sont la température et la pluviométrie**, cela explique pourquoi la diminution de richesse spécifique ne suit pas de façon **absolue** l'augmentation de latitude.

- **Relation avec l'altitude**

Que l'on s'éloigne de l'équateur ou que l'on s'élève, on constate une décroissance de la richesse spécifique consécutive à la diminution des températures moyennes de la longueur de la saison végétative.

Relation entre biodiversité et productivité

Dans les écosystèmes terrestres, la productivité des phytocénoses **décroit avec la latitude et l'altitude** par suite du **déclin de la température** et donc de la **durée de la saison végétative**. Elle **décroit** aussi quand les précipitations diminuent, en particulier dans les environnements dont l'aridité devient le principal facteur limitant.

En principe, un accroissement de productivité conduit à une augmentation des ressources disponibles, ce qui est a priori favorable à un accroissement de richesse spécifique en favorisant la spécialisation des espèces.

2.2. Abondance des espèces

La densité, c'est-à-dire **le nombre d'individus de chaque espèce présents par unité de surface**, n'est pas nécessairement la meilleure méthode d'étude lorsqu'il s'agit de comparer des peuplements comportant des espèces de taille très variées.

L'utilisation des **biomasses et (ou) des poids secs par unité de surface** représentent une estimation **plus précise de l'abondance**.

Les peuplements végétaux peuvent être étudiés en évaluant l'abondance des divers espèces qu'ils comportent à **partir du pourcentage de la surface du sol couvert par les individus de chaque espèce**.

2.3. Dominance

Certaines espèces sont **très abondantes, donc présentent une fréquence relative élevée**. Tandis que d'autres sont **rare ou très rare et ne présentent de ce fait qu'une faible fréquence relative** dans la communauté considérée.

2.4. Concept de niche écologique

- **Niche et habitat**

Elton (1927) désignait sous le terme de niche écologique le rôle et la place de l'organisme dans le fonctionnement de l'écosystème. Il en est résulté pendant longtemps une confusion fâcheuse entre localisation spatiale d'une espèce déterminée, c'est -à-dire son habitat, et sa niche écologique.

- **Définition de la niche**

La niche écologique peut se définir de la façon la plus simple comme la place et la spécialisation fonctionnelle d'une espèce à l'intérieur d'un peuplement. Selon la célèbre analogie d'Odum (1959), la niche écologique, c'est la « profession » de l'espèce alors que l'habitat est l'« adresse ».

3. STRUCTURE ET ORGANISATION DE LA BIOCÉNOSE

3.1. Structure des biocénoses

La physionomie des biocénoses terrestres est **conditionnée** de façon primordiale par **la composition spécifique et la structure de la communauté végétale** (phytocénose) qui lui est propre. Chaque phytocénose peut se caractériser par une structure verticale et horizontale particulière.

- **Stratification verticale des phytocénoses**

Stratification aérienne

- ❖ La **strate arborée** est souvent subdivisée en sous- strates:
 - la **sous-strate supérieure, composées des grandes arbres constitues la canopée**, dont les hauteurs varie beaucoup selon la phytocénose considérée:
 - **20 à 30 m dans les forêts caducifolié, tempérées,**
 - **30 à 45 m dans les forêts tropicales,**
 - **100 m dans les forêts pluvieuses tempérées de conifères** de l'Oust de l'Amérique du Nord) ,
 - la **sous-strate inférieure**, constituée par des **arbres de moindre taille**, est comprise entre **10 et 20 m.**
- ❖ La **strate arbustive**, constituée par des **arbustes et des arbrisseaux** de taille variant de **1 à 10 m.**
- ❖ La **strate herbacée**, de composition mixte, comporte des **plantules d'arbres** et les **plantes herbacées** du sous- bois.
- ❖ La **strate muscinale**, occupant le **premier décimètre de la surface du sol** est composée de **mousses, lichens et champignons.**

Stratification souterraine

Elle correspond à l'étagement en profondeur du sol de l'appareil racinaire. Elle correspond en premier approximation à l'image inversée de la stratification aérienne. Toutefois, dans la phytocénose des écosystèmes désertiques ou semi-aride, les végétaux ayant les racines développées en profondeurs sont en effet ceux dont la taille est la plus grande.

- **Structure horizontale des phytocénoses**

Spectres biologiques des phytocénoses

Le spectre biologique représente la portion de chaque type biologique constituant le couvert végétal. L'étude des spectres biologiques permet de distinguer des phytocénoses de type:

- Phanérophytique (forêt pluvieuse tropicales, subtropicale, tempérée, chaude).
- Hémicryptophytique (forets tempérés et boréales).
- Chamaephytique (toundra).
- Thérophytique (desserts).

3.2. Organisation des biocénoses

Comme la description de la totalité d'une biocénose représente une tache considérable, il est apparu que la compréhension de son organisation pouvait être facilitée en limitant son analyse à l'étude de la phytocénose ; les végétaux possèdent en effet l'avantage d'être fixés et donc de se prêter avec aisance aux dénombrements statistiques.

a) Analyse de la végétation

L'analyse de l'organisation et la classification des phytocoenoses vasculaires constituent un domaine important de l'écologie végétale dénommé **phytosociologie**.

L'étude **quantitative** de la composition spécifique d'une communauté végétale permet de définir des unités de végétation précises dénommées **groupements végétaux**. L'analyse de la végétation implique tout d'abord:

Un échantillonnage des parcelles de terrain afin de choisir des **quadrants sur lesquels le peuplement que l'on veut étudier est homogène.**

Déterminer à partir de ces échantillons **une courbe aire- espèce**. Avec courbe est calculé le nombre cette minimum de prélèvements qu'il est nécessaire d'effectuer pour obtenir une représentation statistiquement satisfaisante de la composition floristique.

- **Inventaire floristique**

Il permet de connaître :

- **L'abondance relative de chaque espèce**, c'est-à-dire le nombre d'individus propre à chaque espèce végétale présente dans le peuplement ;
 - **Le degré de couverture** (pourcentage de surface couverte par la végétation).
 - **Le recouvrement** (la **surface relative de sol couverte par chaque espèce**), ce qui permet d'évaluer le **degré de dominance**.
- **Etude synthétique des relevés**

L'exploitation des relevés floristiques permet de mettre en évidence la ressemblance et les différences existant entre groupements végétaux étudiés et ensuite de les classer afin d'obtenir une représentation synthétique de l'organisation phytocénotique du territoire géographique concerné.

- **Comparaison floristique des communautés**

L'étude des relevés floristiques permet de distinguer dans les communautés végétales étudiées des groupes d'espèces qui **coexistent dans certains de ces relevés mais sont absentes dans d'autres**. on arrive à mettre en évidence deux ou plusieurs groupement **caractérisées chacun par leur cortège d'espèces dénommées différentielles**.

- **Notion de fidélité, espèces caractéristiques d'un groupement**

Il existe plusieurs **écoles de phytosociologie**. La plus importante, celle de **Braun-blanquet un botaniste suisse**.

Une association végétale est caractérisée par les espèces qui lui sont **fidèles** c'est-à-dire qui **marquent une préférence**. Par **ordre de fidélité décroissant** à un groupement, on distinguera des espèces ; exclusives, élective, préférantes, indifférente, accidentelles qui constituant autant de degrés de fidélité.

Braun-blanquet dénomme **caractéristiques ces espèces fidèles à un groupement**. Les espèces dites **caractéristiques** sont généralement des **espèces peu fréquentes ou rares** qui révèlent par leur présence la spécificité écologique du biotope considéré.

Les espèces **non caractéristiques** d'un groupement sont désignées sous le terme de **compagne**.

b) Structure et organisation des zoocénoses

La stratification des peuplements animaux, ainsi que celle de la zoocénose tout entière est très marquée plus particulièrement dans les **écosystèmes forestiers**.

Fort évidence dans le cas de la structure verticale des peuplements d'oiseaux, cette stratification existe pour de nombreux groupes constituant la zoocénose, en particulier chez les mammifères. **Elle est associée à l'exploitation des niches tropiques réceptives de diverses guildes et espèces que comportes ces peuplements.**

L'étude de l'organisation des biocénoses terrestre inféodées à des biotopes étendus a conduit au concept de biome.

Les **biomes** correspondent à des entités caractérisées par les formes biologiques et les espèces dominantes associées aux grands types de formations végétales.

CHAPITRE V. EVOLUTION DES BIOCENOSSES

1. LA NOTION DE SUCCESSION

Malgré leur immuabilité apparente, les écosystèmes sont en perpétuel changement. Le cycle de la matière et le flux de l'énergie les traversent sans interruption ; à l'intérieur des biocénoses, les organismes meurent et naissent sans arrêt. Malgré cette intense activité, l'équilibre dynamique réalisé fait que la physionomie et la structure des communautés ne varient pas sensiblement, même sur une période de temps prolongée.

Des espèces pionnières vont apparaître dans ces biotopes modifiés- plantes annelles en générale ; lichens sur les laves récente -, puis être progressivement remplacés par d'autres végétaux vivaces, puis ligneux. Cette succession écologique se poursuivra pendant des décennies voire plusieurs siècles jusqu'à ce qu'elle atteigne son stade ultime d'évolution dénommé climax.

Le **climax** désigne une association stable d'espèces qui caractérise qualitativement et quantitativement l'ultime phase de développement d'une biocénose dans une succession.

On dénomme **série** la séquence complète d'une succession ; celle-ci est caractérisée par une séquence rigoureuse de stades dénommé **sères**. Comportant une biocénose particulière, ces communautés transitoires **constituent les stades pionniers** (= stades de développement) de la succession, par opposition au climax en représentant **l'ultime stade évolutif**.

1.1. Les principaux types de succession

- **Les successions autogéniques**

Elles proviennent d'un **processus biotique s'exerçant à l'intérieure de l'écosystème**. Elles résultent du développement d'une communauté sur un **biotope initialement perturbé** et de son **évolution au cours du temps vers un écosystème dont la structure et les peuplements sont plus en plus complexes** ; on dénomme dès ce fait ; **série progressive l'ensemble des divers stades successifs que comporte la succession**

- **Les successions allogéniques**

Elles résultent de **l'influence de facteurs perturbateurs d'origine extérieure à l'écosystème**. Elles engendrent souvent des **biocénoses instables et peuvent même parfois aboutir à la destruction totale de l'écosystème**.

Les successions allogéniques engendrent généralement des **séries régressives** dont les divers stades évolutifs possèdent des **peuplements de plus en plus appauvris**.

Dans certains cas favorables, leur évolution ne conduit pas à une dégradation totale du couvert végétale mais la constitution d'un **dysclimax**, très différent dans sa composition spécifique de la phytocénose primitive qui croissait sur le biotope avant que ne s'exerce l'action du facteur allogène perturbateur.

Une autre distinction importante concerne la différence entre successions primaires et secondaires:

- **Les successions primaires:** caractérisent l'établissement d'une biocénose climacique sur un **biotope récemment formé** (la colonisation par la végétation d'une dune de sable vif ou d'une coulée de lave récente par exemple).
- **Les successions secondaires:** concernent les phénomènes de **reconstitutions du climax** sur un biotope antérieurement **perturbé** (régénération d'une forêt après l'incendie par exemple).

1.2. SUCCESSIONS ET GRADIENT DES BIOCCÉNOSES: Les écoclines

Lorsqu'un **facteur écologique présente une variation d'intensité selon un gradient géographique**, les **changements observés dans la structure et la composition des biocénoses** en fonction du facteur considéré constituent une **écocline**.

Il existe une remarquable **analogie** entre la **succession des biocénoses dans le temps** au cours d'une série progressive ou régressive et celle observée en **fonction de leur localisation géographique** dans une **écocline**.

1.3. Caractères généraux des successions

Au cours des successions, la composition de la structure des biocénoses que comportent les étapes des séries progressives (ou régressives) vont se modifier selon une dynamique bien précise.

L'étude de ces phénomènes biocénotiques est difficile car, en règle générale il est impossible d'étudier dans **l'ordre chronologique** du début à son terme ultime une succession, car le temps qui s'écoule depuis le stade initiale jusqu'au climax est souvent d'une **durée séculaire**.

Cependant, **par suite de son analogie avec un écocline**, la succession- **gradient dans le temps**- peut être **reconstituée au point de vue biocénotique dans des biotopes disposés** ; selon un **gradient climatique**.

a) Dynamique des biocénoses

Au cours des successions, cette dynamique **se caractérise par l'apparition et la disparition d'espèces**, donc par des changements continus dans la structure des peuplements.

Les groupements végétaux caractéristiques des divers étapes du sère **comportent chacun leur forme adaptatives qui conditionnent le sens et la vitesse de la succession**.

Le développement de la communauté végétale **exerce une influence profonde sur les caractères du biotope**: édaphique ; microclimatique (température ; hygrométrie, vent); l'éclairement et de la structure spatiale (la stratification devient de plus en plus complexe).

▪ Variation de la richesse spécifique

Dans une succession aboutissant à un climax forestier, on constate qu'après une **augmentation du nombre d'espèces** constituant le cortège floristique dans les **stades pionniers herbacés**, puis une **décroissance** au **stade fruticée initial**, une **nouvelle augmentation de la richesse spécifique** apparaît au **début du stade forestier** (après une cinquantaine d'années) suivie d'une **diminution** au fur et à mesure que l'on **se rapproche du climax** .

▪ Variation de la diversité

On constate souvent dans la **phytocénose** correspondant aux **stades successifs d'une série progressive** que le **maximum de diversité spécifique est atteint aux stades pré-climaciques**.

Cependant, une diminution paradoxale de diversité apparaît souvent au stade climacique.

L'exploitation de ce phénomène tient en **l'évolution de la nature des organismes qui constituent les biocénoses au cours d'un sère**.

Les **stades pionniers** sont en effet caractérisés par des **espèces de taille généralement faible, de vie brève et ayant un potentiel biotique** (capacité à survivre et à se reproduire) **élevé**.

Les espèces inféodées aux biocénoses **climacique** possèdent une **grande taille**, une **forte longévité**, un **cycle vital complexe** et un **faible potentiel biotique**.

Selon Odum, **ces caractéristiques générales communes** aux espèces constituant les peuplements de tout climax **expliquent leur moindre richesse spécifique, l'accroissement de la compétition interspécifique liée aux caractères écologiques des espèces appartenant aux biocénoses climaciques, éliminant diverses espèces présentes aux stades préclimaciques du terme ultime de la succession**.

b) Flux de l'énergie et cycle de la matière

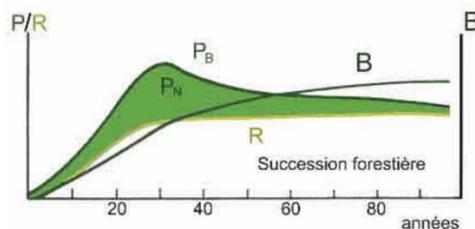
Au cours d'une succession caractérisée par une série progressive, la **biomasse** par unité de surface ou de volume occupée par la biocénose tend à **augmenter** de façon continue dans la mesure où est assuré l'apport en éléments minéraux nutritifs indispensables.

Au cours de la succession s'observent d'importantes **variations de la productivité** des communautés concernées ; on constate que **l'activité photosynthétique** spécifique est **maximale chez les espèces pionnières, intermédiaires pour celles de la fruticée** et des boisements juvéniles, et la **plus basse chez les espèces d'arbres climacique**.

▪ Variation de la productivité

La **productivité brute** et la **productivité nette** croissent jusqu'à un stade intermédiaire plus ou moins préclimacique puis diminuent jusqu'au climax où la respiration tend à égaler la productivité brute de sorte que la productivité primaire nette tend vers zéro.

Ainsi, la **productivité primaire nette** augmente rapidement au début de la succession et culmine après une cinquantaine d'années.



En définitive, quand le climax est atteint, la **productivité globale de l'écosystème est nulle** car la **biomasse totale ne s'accroît plus** et la **respiration des hétérotrophes consomme entièrement l'excédent de la production primaire disponible**.

c) La notion d'écotone, son rapport avec les successions

- Définition et exemple d'écotone

On désigne sous le terme d'écotone la **zone de contact entre deux écosystèmes différents ou entre deux stades successionnels différents d'un même sère**. L'écotone se caractérise par un **brutal changement dans la composition** des peuplements lié à une discontinuité, donc un brutale remplacement des espèces au long d'un gradient de l'environnement.

Les écotones apparaissent dans deux cas différents : soit quand survient un **changement brutal dans la nature du milieu** (exemple: limite entre biotope terrestres et aquatiques).

Soit lorsqu'une espèce ou une forme de vie est tellement **dominante** et marque à un tel point l'habitat que la limite de sa **zone de distribution coïncide** avec celles de la plupart des autres espèces.

2. STRATEGIES DEMOGRAPHIQUES

2.1. Notion de stratégie adaptative

Au cours des successions, l'évolution des écosystèmes répond à un ensemble de lois de portée très générale sinon universelle :

- Acquisition de mécanismes homéostatiques de plus en plus efficaces destinés à protéger et à pérenniser les biocénoses climaciques ;
- Développement d'une résistance des biocénoses à toute modification de leur structure par opposition à l'immigration d'espèces exogènes et à l'émigration des espèces qui leur sont propres, avec pour corollaire la constitution d'une communauté fermée en fin de succession, cette stabilité spatiale limitant la déperdition des ressources ;

On peut considérer la biocénose comme une entité adaptative résultant de la somme des adaptations individuelles des diverses espèces qui la composent, mais dont la stabilité et l'efficacité sont accrues par l'ajustement sélectif réciproque qui s'effectue entre les populations propres aux divers peuplements qu'elle comporte.

Dans chaque stade d'une succession, les populations constituant la communauté possèdent leur propre stratégie adaptative dont l'étude constitue un impératif catégorique pour la compréhension des mécanismes régissant l'évolution des écosystèmes.

2.2. Stratégies démographiques

	stratégies <i>r</i>	stratégies <i>k</i>
Biotoxes	Hétérogènes variables ; imprévisible, contraignants.	Stables (ou) prévisible ; peu contraignants
Croissance	Rapide	Lente
Longévité	Faible	Très grande (parfois plusieurs siècle)
Espérance moyenne de vie à la 1^{er} reproduction	Très faible (inférieure à l'année parfois au mois)	Forte (au-delà du siècle pour beaucoup d'arbres)
Nombre de reproductions	Une seule (semelparité) ; maturité sexuelle précoce.	Plusieurs (itéroparité) ; maturité sexuelle tardive.
Densité des populations	Variable ; inférieure à la capacité limite.	Proche de <i>K</i> , constante
Renouvellement des populations	Rapide	Lent
Fluctuation des populations	Importantes	Très faible
Régulation des populations	Indépendante de la densité	Dépendante de la densité
Compétition	Faible	Théoriquement intense mais limitée dans les faits par ajustement
Communauté	Non saturées ; recolonisation chaque année.	Saturée ; recolonisation inutile.
Mode de dispersion	Espèces mobiles, vagabondes ; variables.	Espèces sédentaires, stabilité spatiale.
Taille des individus	Faible	Forte
Stratégie énergétique	Flux d'énergie consacré en priorité à la reproduction.	Flux d'énergie consacré prioritairement à la biomasse des adultes.
Utilisation de l'énergie	Productivité élevée ; mauvais rendement	Efficiency et stabilité
Type de sélection	Normalisant ; faible polytypisme	Diversifiant, fort polytypisme.