

7/12/2011

CH. 1 Approche générale de l'Écologie

→ imprimer (cliquer)
→ imprimer pour envoyer (cliquer)
de "oikos", la maison/le milieu et "logos", la science
(mot de E. Haeckel, XIX^e)

écologie : distrib^o, abondance des espèces,
étude des facteurs de circula^o de matière et énergie.

En écologie, on a 2 "tendances" : évolutive ou fact^oelle

- échelle étude
- individu → autoécologie
- population → démécologie
- communauté
- écosystème
- biome
- biosphère

CH2 Organisation des Ecosystèmes

Notion de "macroscope" → en écologie, il faut avoir suffisamment de recul pour observer globalement.

I Composantes d'un écosystème

elles sont physiques et chimiques et constituent le biotope.

↳ T^o, ensoleillement, vent, hygrométrie, nature du sol.

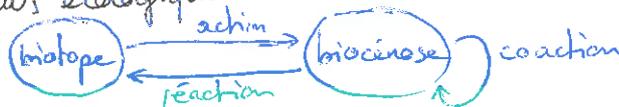
Biotope = tout ce qui n'est pas vivant

écosystème = biotope (pas vivant) + biocénose (vivant)

les écosystèmes étudiés sont + ou - grands : microécosystème (tronc, aquarium),
mésosystème (étang, prairie...), macroécosystème.

les écosystèmes artificiels sont les microcosmes, mesocosmes, ~~et mac~~

II Facteurs écologiques



Le stress apparaît en cas de carence ou d'excès sévère il est coûteux en énergie

Notion de valence écologique

↳ valence large : eurypèce (organisme)

↳ valence étroite : organisme sténopèce

On a la même chose à la po : organisme eurhythme ex : pin sylvestre
organisme sténotherme ex : trematome

L'adaptation

Sélection naturelle, adaptation à des facteurs abiotiques, des végétaux, ..
ex: lumière, H₂O, T°, pH, [Ca], prédation, compétition
Les orties poussent sur des sols azotés.

III Caractéristiques de l'écosystème

L'écosystème

Il est délimité, échange avec autour, contient plein d'espèces, produit + ou - dans le tps, est + ou - stable. écosystème optx → stable.

Système naturel / Écosystème

Climax → état vers lequel évolue tout terrain laissé par l'homme

ex: en Europe, le climax est la forêt

Les diapos suivantes n'ont pas été étudiées

CH3 Ecologie des communautés

Interaction entre organismes dans les écosystèmes

1 Définition

Communauté

Contraintes abiotiques et biotiques

Ecologie des communautés

Diversité spécifique : nb d'espèce et leur abondance relative.

Caractéristiques d'une communauté

ensemble végétal/animal, struct. trophique, diversité spécifique, stabilité

Ecologie des communautés, Communauté de la toundra

Communauté de l'Antarctique

2 Facteurs écologiques

Stress, perturbation

Théorie des perturbations et des stress modérés

3 Interactions biotiques

a) Relations intraspécifiques

x Compétition (alors les esp. vivent, vivent en éco-phase, éco-types...)

↳ directe : active (agressivité) ou passive (chimie, coloration...)

↳ indirecte : utilisation des ressources.

⇒ dépend de la densité et régule la pop.

x coopération, vie en société. effet de groupe (effet Allee), effet de masse (stress)

b) Relations interspécifiques

x allélopathie, amensalisme : élimination d'une espèce par une autre qui sécrète une substance toxique

ex: aiguilles acides du pin

x compétition

x habitat et niche écologique niche ("adresse et profession")

ex: les 3 fauvettes

niche fondamentale (sans compétiteurs) ou réelle (avec)

ex: Balanus & Chthamalus

Principe de l'exclusion compétitive = Principe de Gause

↳ 2 esp. sur m^{ême} niche ne peuvent pas cohabiter.

2 esp. sur presque m^{ême} niche évoluent par charge de niche

L'exclusion compétitive est courante dans le milieu homogène d'un labo

L'exclusion compétitive est rare dans le milieu hétérogène de la nature

Compétition et changements environnementaux

x

Système prédateur - proie

Prédation et parasitisme : coévolution

La prédation (+)(-)

Défenses des végétaux contre les prédateurs herbivores

Défenses actives des animaux

Défenses passives des animaux

x couleurs (engoulement, phasme)

x mimétisme (phasmes, chenille)

x couleurs disruptives (tigre, zèbre, ...)

x couleurs diversion (papillon)

x défense mécanique (porc-épic)

x défense chimique: neurotoxines (coléoptère, salamandre)

x défense chimique (putois, sèche) papillon monarque, gren. bleue

x mimétisme batésien (Viceroy, larve sphinx) guêpe...

x mimétisme müllérien (abeilles/quêpes)

Le parasitisme

x végétal-végétal (gui), champignon-animal (teigne), animal-animal (douve)

x animal-végétal (galle)...

Avantages - inconvénients

Parasite: + habitat stable

+ limite de la prédation

- mortalité de l'hôte

- système immunitaire

coévolution

Coévolution lapin - myxomatose (virus)

Après avoir tenté de les éradiquer par des renards (qui finit^{ent} préférer des moutons)

Interactions coopératives

- +/- - Commensalisme : chéron garde bœuf, remora
- +/- - Epiphytisme (végétaux) : broméliacées, orchidées.
- +/- - Mutualisme et symbiose : poisson clown, fourmis/acacia (mutualisme)
symbiose (lichens, coraux (algues/cnidaires), légumineuses/rhizobium)

4 Réseaux trophiques

Voir cours de Robin

Dynamique des réseaux trophiques

↳ avec la compétition interspécifique et super prédateurs

Contrôle par les réseaux trophiques Top Down \rightleftharpoons Bottom-Up

exemple états de mer - moules

exemple forêts de mer - oursins

5 Lutte biologique

→ Utilisation d'organismes vivants pour prévenir ou réduire les dégâts causés par les ravageurs (compétition, prédation, parasitisme)

- On privilégie les espèces autochtones car les conséquences peuvent être graves

Pour diminuer la natalité des ravageurs = autocide (mâles stérilisés), qui repose sur des études approfondies de la population et une stérilisation soignée, phéromones/pièges

6 Evolution des écosystèmes

Différents niveaux de ~~système~~ dynamique selon l'échelle de temps.

- sur 1 an : périodes climatiques, cycle biologique des espèces
- sur qlq années : fluctuations/rythmicités, ds le dup de certaines espèces en fonction de leur cycles climatiques à court terme (passons avec el Niño)
- sur 10 à 200 ans : les successions écologiques

Exemples

Successions ou séries écologiques

Une succession écologique progressive

- 1) territoire perturbé → arrivée d'espèces qui se disséminent
- 2) La présence de ces espèces pionnières → modif^o du milieu
- 3) Milieu modifié → autres espèces

↳ jusqu'à stabilisation

Succession progressive secondaire?

Succession primaire

ex: roche nue → toundra (roche puis mousses puis...)

après une glaciation, une éruption volcanique...

Succession progressive: disparition d'un étang

Succession progressive secondaire post culturale

culture → abandon → pelouse → friche → stade forestier pionnier
s.f. optimal (climax) ← s.f. interméd. ←

Evolution d'un pré de fauche

Exemple: photos incendie / ou au après
climax / paraclimax

CH 4 Ecologie des populations

Caractéristiques principales d'une population

Une population c'est des individus → de m^e espèce

→ sur un m^e territoire

Les pop^s sont toutes interconnectées → consommant les m^e ressources

→ influencés par les m^e facteurs

Importance de cette étude

Aspects étudiés → densité, répartition, structure démographique, croissance, stratégie démographique, régulat^o de la taille des pop^s

I Densité d'une population

Formules et comptage

Densité = $\frac{\text{nbre individus}}{\text{surface ou volume}}$

Fréquence = $\frac{\text{nbre individus}}{\text{unité d'échantillonnage}}$

semi-quantitatif
quantitatif

Echantillonnage

↳ aléatoire (simple ou stratifié (sol, time...) ou par degré

↳ systématique (transects.) utilisée pour les migrat^o et les évol^o

↳ Exemple

↳ d'un point à un autre

Capture, Marquage, Recapture

$$N = \frac{Mn}{R}$$

M → nbre d'indiv. capturés à la 1^{ère} capture et marqués

n → nbre d'indiv. capturés au 2nd piège.

R → nbre d'indiv. marqués capturés au 2nd piégeage R doit > 2

NB: la formule du réservoir est pas exactement la même

↳ Exemple de marquage (bagues, syst. GPS, boucles d'oreille, agrafe, cryomarkage, microétiquettes, transpondeur)

limites au marquage: il faut qu'elle tienne, qu'elle dérange pas l'animal etc.
poisson

* différences entre les membres: âge, sexe, position hiérarchique.

- Indice Kilométrique d'Abondance (IKA) : comptage sur un trajet
- Indice Ponctuel d'Abondance (IPA) : comptage sur des points
- IPA et IKA et densité absolue

- (15) → Pourcentage de recouvrement d'un couvert végétal
- (17) (18) ↳ Estimation de recouvrement
- ↳ Cotation d'abondance : fréquence F d'une espèce
 - ↳ Histogramme de Fréquence
 - Abondance relative

NB = précurseur de la phytosociologie: Braun-Blanquet

(22) II Répartition spatiale

Répartition spatiale

- ↳ en agrégats
- ↳ uniforme plantations artificielles
- ↳ aléatoire arbres forestiers

- (26) La distribution géographique d'une espèce dpd en grde partie de sa capacité à tolérer un ensemble particulier de conditions.

III Structure démographique d'une population

Détermination de l'âge dents, empreintes digitales

Notions d'éco-phase et de cohorte

cohorte : même événement biol (sur l'ex, pic en août)
 en revanche, le pic de septembre n'est pas représentatif des individus qui naîtront en juin (certains restent en diapause dès septembre)

Pyramides des âges

Histogrammes

Au fil du temps, la surpêche diminue le nbre de poissons âgés. Les 2 ans passent à travers le filet.
 (NB: les poissons ont une croissance continue, plus un poisson est vieux, + il est gros)

observée sur la molaise supérieure gauche du tableau

IV Natalité et mortalité

taux → brut (natalité, mortalité)

→ par âge (fécondité, mortalité) et sexe (mortalité)

Tables de survie

Tables de fécondité et de vie

Chez l'homme, presque 50% des indiv. atteignent 50% de la durée de vie max.
 Chez l'huître, les indiv. atteignant 50% de la durée de vie max sont SUPER rares.

Courbes de survie

VII Régulation de la taille des populations

Facteurs dépendants de la densité

L'augmentat° de la pop. d'une espèce entraîne l'augmentation de la compétition, de la prédation, des maladies et de stress.

Régulation densité dépendante

Effets de la densité

Cycles démographiques

Illustre les fluctuations de population

Facteurs indépendants de la densité

météo, incendies...

Variations autour d'un équilibre : dispersion

dispersion

expl: nbre d'invertébrés présents à la surface d'un cours d'eau, cycle de 24h.

Variations autour d'un équilibre : migration

État population

Les trames bleues sont des démarches de gestion écologique

visant à rompre l'isolement d'espèces (grenouilles, tritons, poissons...)

Les trames vertes c'est pareil mais pour les Forêts, prairies (chevreuils, hérissons...)

Questions d'amphi

→ Comment on compte les animaux en pratique?

- On peut les piéger, compter les terriers, les déjections, ..
- Donc techniques directes ou indirectes.

V Croissance d'une population

← négatif, pertes
↓

$N_{T+1} = N_T + \text{natalité} + \text{immigration} + \text{émigration} + \text{mortalité}$
(on néglige immigration et émigration comme si ils se compensaient)

$$\text{taux d'accroissement} = \frac{\Delta N}{\Delta t}$$

$$\text{variante instantanée} = \frac{dn}{dt}$$

Modèles de croissance

on étudie des modèles simples (émigrat° et immigrat° négligés
↳ c'est comme si enceinte fermée)

Modèle exponentiel

- ↳ exemple: Croissance exponentielle d'une population de faisans
- ↳ Croissance théorique
- ↳ Subit déclin (carence alimentaire, toxicité de déchets métab.)
- ↳ Croissance réelle
elle atteint un plateau correspondant aux capacités maximales du milieu.

Modèle logistique

Modèles à relativiser

On simplifie un truc complexe pour se faire une idée, mais ce n'est jamais exact.

Exemples (paramécie, daphnie, phoque)

Exemple espèce adaptée à la capacité d'accueil du milieu

Facteurs limitants

Croissance de la pop. humaine, courbe

Croissance de la pop. humaine

As-t-on dépassé K, la capacité d'accueil maximale de la planète?

VI Stratégies démographiques

Choix d'utilisation de l'énergie

Deux grandes stratégies de reproduction

1 → le taux de croissance doit être max (stratégie r)

↳ espèces opportunistes, généralistes, tels que les esp. pionnières
caractères: fécondité forte, rapide, bonne survie...

2 → population stabilisée aux condit° du milieu d'accueil (stratégie K)

Caractéristiques des stratégies

Exemples

stratégie r: rongeurs, mousses, graminées...

stratégie K: arbres, mammifères, oiseaux...

Approche des systèmes écologiques

"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".

Haekel, 1866 (fondateur de cette science)
"L'écologie est l'étude scientifique des interactions qui déterminent la distribution et l'abondance des espèces"
Krebs, 1972

L'écologie peut donc être définie (Barbault, 2003) comme :

- l'étude des relations des organismes avec leur environnement, leur milieu abiotique et biotique,
- l'étude des interactions qui déterminent la distribution ou l'abondance des organismes,
- l'étude des écosystèmes, des relations entre les organismes et leur milieu : combien sont-ils ? Où sont-ils ? Que font-ils ? ...

C'est une science de synthèse, qui se définit :

- par son objet = les écosystèmes
- par sa méthode, illustrée par le "macroscopie", mot imaginé par les frères Odum en 1970 pour désigner de façon imagée l'échelle d'observation de la nature que privilégie les chercheurs. Pour étudier la nature, l'écologiste doit prendre du recul.

Elle a comme grandes caractéristiques de travailler :

- sur des systèmes écologiques : les individus, les populations naturelles, qui ne sont jamais isolés mais reliés par des systèmes de relations, entre eux et avec leur environnement physico-chimique.
- sur la dynamique de ces systèmes écologiques : ces systèmes changent au cours du temps, se transforment, disparaissent, ... La dynamique des populations joue ici un rôle fondamental, tout particulièrement via la génétique des populations. Mais cette dynamique repose aussi sur tous les processus biogéochimiques (cycles des éléments et flux d'énergie).
- sur l'équilibre de la biosphère, dans lequel les interventions de l'homme prennent une place importante car ce dernier "gère" ou du moins intervient dans la dynamique des écosystèmes à l'échelle de la planète.

Quelques applications de l'écologie :

- Gestion des ressources naturelles
- Contrôle des impacts environnementaux
- Aménagement et développement
- Biologie de la conservation
- Écologie des paysages

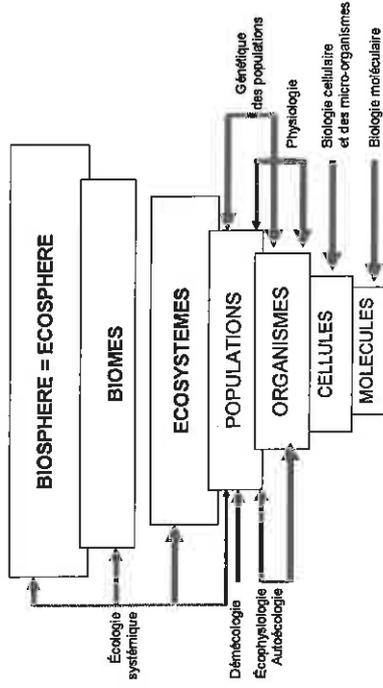
Et quelques valeurs de l'écologie pour vous-mêmes :

- Utile dans de nombreuses voies professionnelles
- Vous aider à avoir une position de citoyen informé
- Vous aider à mieux comprendre le monde

Remarque sur écologie vs environnement : l'approche écologique traite des relations des organismes vivants entre eux et avec leur environnement et les situations sont analysées sans prise de position de valeur. L'approche environnementale étudie un problème d'écologie dans un contexte lié à l'homme (incluant des aspects socio-économiques, politiques, des valeurs morales, ...) et les situations sont jugées, bonnes ou mauvaises...

Différents niveaux d'organisation du vivant

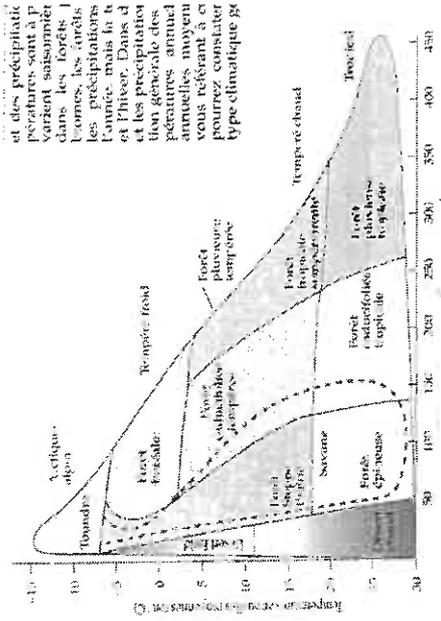
Cette science couvre un large champ disciplinaire : de la physiologie à la biogéographie, et des niveaux d'organisation biologique variés : de l'organisme à la biosphère, ... au travers de différentes disciplines :



Les principaux biomes

On appelle biomes les écosystèmes terrestres ou aquatiques caractéristiques de grandes zones biogéographiques qui sont soumises à un climat particulier. Bien que plusieurs biomes terrestres soient nommés d'après la végétation qui y prédomine, chaque biome se caractérise aussi par des micro-organismes et des animaux qui lui sont adaptés.

A l'échelle de la planète, la répartition des grandes formations végétales est sous le contrôle du macroclimat (les facteurs édaphiques interviennent à échelle plus fine). Les grands biomes sont donc distribués en bandes parallèles à l'équateur, lorsque le climat annuel moyen vous référant à ce point, pouvez constater que le type climatique qui vient perturber localement



et des précipitations annuelles moyennes sont à l'échelle plus fine. Les biomes sont donc distribués en bandes parallèles à l'équateur, lorsque le climat annuel moyen vous référant à ce point, pouvez constater que le type climatique qui vient perturber localement

distribution. Comme la végétation fournit la réponse la plus visible des communautés vivantes aux conditions climatiques, on se sert d'elle pour caractériser les grandes divisions du globe en biomes.

Les principaux biomes terrestres :

	Exigences	Lieux	Caractéristiques particulières
La toundra	T° moyenne du mois le plus chaud ne dépasse pas 10°C (-40 à +15°C) Pluies : 20 à 30 cm/an Le sol reste gelé en permanence en profondeur Saison de végétation < 60 jours	Biome circumpolaire situé entre forêt boréale et glaces	Elle est formée d'une mosaïque de pelouses, petits arbustes, arbres nains, lichens et de tourbières. Le plus froid des biomes
La forêt boréale de conifères (ou taïga)	2 mois consécutifs sans gelée avec T° > 25 à 50 cm / an Saison de végétation : 3 à 6 mois PPN : 6 Phytomasse : 200 T/ha	Zone continue aussi bien en Eurasie qu'en Amérique du Nord. Alpes : entre 1500 et 2000 m.	30 à 40 espèces arborées, flore diversifiée, faune assez pauvre Succession pionnière rapide et efficace après perturbation
La forêt tempérée à feuilles caduques	T° moyenne annuelle +8 à +10°C Pluviosité annuelle 50 à 180 cm. Saison de végétation : 7 à 11 mois. PPN : 10 Phytomasse : 400 T/ha Variés et complexes	Sous nos latitudes jusqu'à 1500 m	50 à 80 espèces arborées, faune et flore très diversifiées Summum de l'organisation spontanée de la vie Dynamique de succession intense et très variable
Les écosystèmes méditerranéens	Période de sécheresse estivale (≈ 3 mois) avec précipitations brutales	Zones tempérées chaudes	Ressources alimentaires diversifiées mais moins abondantes que dans les régions tempérées
La steppe tempérée et la grande prairie américaine	Ne reçoit que 25 à 75 cm d'eau / an ⇒ insuffisant pour formation d'une forêt	-	Immenses étendues de graminées à feuilles adaptées à la sécheresse, parsemées de plantes à bulbes et à rhizomes que parcourent de grands troupeaux d'herbivores
Les déserts	<20 cm d'eau / an T° extrêmes (-4° la nuit, +40° le jour)	Zones arides	Végétation clairsemée
La savane tropicale	-	Entre les 2 tropiques	Climat chaud et suffisamment humide pour voir se développer une prairie d'herbes hautes et d'arbustes
La forêt ombrophile tropicale	Humidité exigeant entre 150 et 400 cm d'eau / an Pluies régulières Conditions climatiques constantes Saison de végétation : 12 mois Phytomasse : 500 T/ha	Sous l'Equateur	Plus de 3000 espèces arborées, faune et flore très diversifiées Biome le plus complexe et le plus riche en espèces Grande stabilité de la dynamique forestière, dynamique de succession intense après perturbation

<http://instruct.uwo.ca>

Sources : H.J. OTTO, 1998 ; DAJOZ, R. 1996.

Les principaux biomes aquatiques :

1/ les biomes marins de la zone côtière :

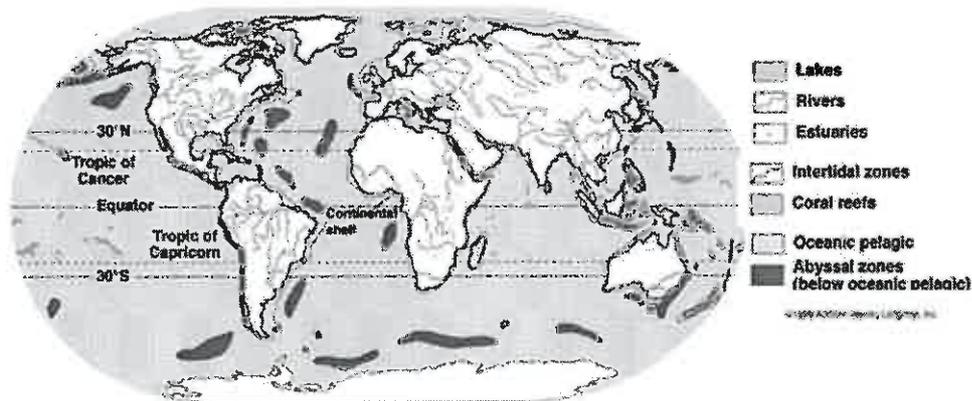
- Les eaux côtières, y compris estuaires et lagons : interface entre milieux marins et d'eau douce, et entre continents et océans, rôle essentiel pour la reproduction de nombreuses espèces
- Les récifs coralliens : écosystèmes dominants dans les régions tropicales, riches en biodiversité mais fragiles
- Les plateaux continentaux : productivité élevée mais forte variabilité inter-annuelle (El Niño et La Niña)

2/ les biomes marins de pleine mer :

- Les mers ouvertes : aire et volume le plus important des écosystèmes marins, production biologique faible
- Les océans polaires (océans arctique et antarctique) : écosystèmes très productifs, grande variabilité saisonnière (poissons, krills, baleines, petits cétacés).

3/ les biomes dulçaquicoles

- Ecosystèmes d'eau stagnante : lacs, étangs, mares, marais, gravières, ...
- Ecosystèmes d'eau courante : fleuves, rivières, ...
- Zones humides



Richesse spécifique par type de biomes :

Biomes	% du total de la biosphère	% des espèces connues	Richesse spécifique relative
Dulcicoles	0,008	0,024	3,0
Terrestres	0,284	0,775	2,7
Marins	0,708	0,147	0,2

Source : Vitousek & al., 1997 : Science 277:494-509

Productivité des différents types de biomes :

ECOSYSTEM TYPE	AREA (10 ⁶ KM ²)	MEAN NET PRIMARY PRODUCTIVITY (G M ⁻² YR ⁻¹)	WORLD NET PRIMARY PRODUCTION (10 ⁹ TONS YR ⁻¹)	MEAN BIOMASS (KG M ⁻²)	WORLD BIOMASS (10 ⁹ TONS)
Tropical rain forest	17.0	2,200	37.4	45	765
Tropical seasonal forest	7.5	1,600	12.0	35	260
Temperate evergreen forest	5.0	1,300	6.5	35	175
Temperate deciduous forest	7.0	1,200	8.4	30	210
Boreal forest	12.0	800	9.6	20	240
Woodlands and shrubland	8.5	700	6.0	6	50
Savanna	15.0	900	13.5	4	60
Temperate grassland	9.0	600	5.4	1.6	14
Tundra and alpine	8.0	140	1.1	0.6	5
Desert and semidesert scrub	18.0	90	1.6	0.7	13
Extreme desert, rock, sand, ice	24.0	3	0.07	0.02	0.5
Cultivated land	14.0	650	9.1	1	14
Swamp and marsh	2.0	2,000	4.0	15	30
Lake and stream	2.0	250	0.5	0.02	0.05
Total continental	149	773	115	12.3	1,837
Open-ocean	332.0	125	41.5	0.003	1.0
Upwelling zones	0.4	500	0.2	0.02	0.008
Continental shelf	26.6	360	9.6	0.01	0.27
Algal beds and reefs	0.6	2,500	1.6	2	1.2
Estuaries	1.4	1,500	2.1	1	1.4
Total Marine	361	152	55.0	0.01	3.9
Grand Total	510	333	170	3.6	1,841

Source : In "Ecology" par P. Stiling, 1999, Prentice hall ed.

Biodiversité

Terme utilisé pour la 1^{ère} fois en 1986 par un entomologiste :

Biological diversity = diversité du monde vivant au sein de la nature.

Biodiversité est un synonyme de diversité biologique.

Le concept de diversité biologique a été clairement défini par la Convention Internationale sur la Diversité biologique (Convention de Rio, 1992) dans son article 2 comme :

"(la) variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie : cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces, ainsi que celle des écosystèmes"

La biodiversité ne se résume pas au nombre d'espèces présentes sur la Terre = diversité spécifique mais comprend aussi la diversité génétique (différences entre individus d'une même espèce) et la diversité écologique (variété des écosystèmes, c'est à dire des relations entre les êtres vivants dans leur habitat). Les enjeux de la conservation de la biodiversité se retrouvent dans chacune de ces 3 dimensions.

La biodiversité peut être mesurée à différentes niveaux :

- diversité- α : mesure la richesse spécifique ; tend à augmenter avec la taille de l'habitat et sa complexité
- diversité- β : reflète le taux de changement des espèces dans un gradient ; tend à augmenter avec l'hétérogénéité des habitats
- diversité- γ : reflète le renouvellement des espèces d'un habitat particulier ; augmente avec l'isolation et la fragmentation de l'habitat.

Les espèces endémiques (qui ne se retrouvent qu'en un endroit) doivent faire l'objet d'une attention particulière, et les zones où l'endémisme est élevé (îles, endroits au relief prononcé) sont des zones critiques.

Les causes de la dégradation de la biodiversité sont directes et indirectes mais résultent en grande partie d'une expansion et d'une prédominance humaines non contrôlées. Au cours des 20 dernières années, la dégradation de la diversité biologique mondiale s'est intensifiée. Les principales menaces sont : la surexploitation et la surconsommation, la pollution, la destruction des habitats, l'introduction néfaste de plantes et d'animaux étrangers, ...

Organisation des écosystèmes

I - Composition d'un écosystème :

Dans tout système naturel, il est possible de distinguer deux grandes composantes :

- **Biotope**: ensemble des facteurs physiques et chimiques, relativement homogènes et constants, sur une aire géographique donnée à un instant donné : T°C, taux de précipitation, vent, hygrométrie (= facteurs climatiques), sol (= facteurs édaphiques), teneur en eau, lumière, sels minéraux, courant (pour les milieux aquatiques).
- **Biocénose** : c'est un ensemble structuré de végétaux et d'animaux supérieurs et inférieurs, de composition floristique et faunistique déterminée, présentant des interrelations et occupant un milieu défini par son homogénéité écologique (à l'échelle considérée) et limité dans le temps et l'espace.

Il existe de multiples interactions entre ces composantes :

- Biotope sur biocénose = action (T°C, précipitations, ...)
- Biocénose sur biotope = réaction. (végétation sur le climat dans une forêt, matière organique en décomposition sur le sol...).
- Au sein même de la biocénose, entre les organismes vivants qui la composent = co-action (les animaux se nourrissent de végétaux, d'autres animaux, ...).

Ces interactions vont créer un système fonctionnel, stable et autonome. L'écosystème est une notion dynamique.

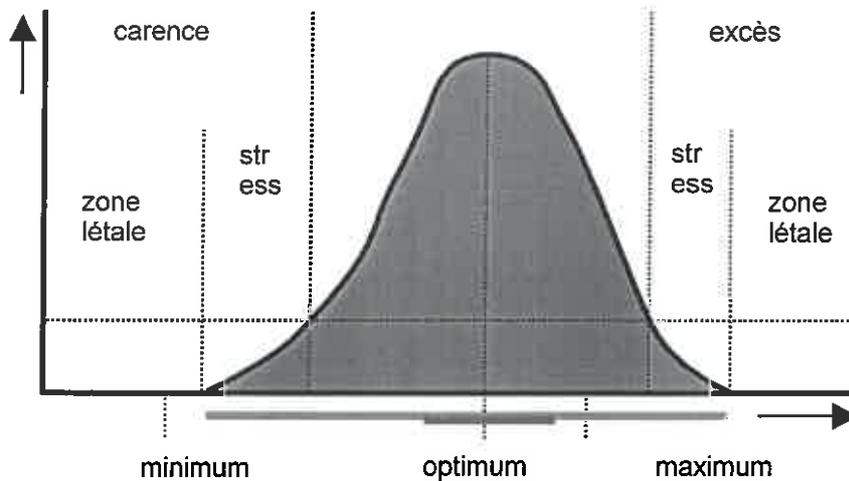
II - Les facteurs écologiques :

Un facteur écologique est une particularité du milieu qui agit directement sur un organisme pendant au moins un stade de son existence. Les organismes vivants doivent s'adapter aux divers facteurs qui caractérisent leur environnement et à leurs variations tout au long de leur vie

On distingue :

- Les facteurs **abiotiques** : qui correspondent aux caractéristiques physico-chimiques du milieu
- Les facteurs **biotiques** qui correspondent aux autres organismes vivants qui se trouvent dans le même milieu.

On appelle facteur limitant le facteur écologique qui est absent ou présent au-delà de la capacité d'adaptation d'un organisme à au moins un stade de son existence. Les facteurs limitants expliquent la présence ou l'absence des organismes dans un milieu donné.



Notions de valence écologique, d'adaptation

III – Caractérisation d'un écosystème

Un écosystème est en constante évolution parce que :

- le milieu change constamment dans le temps
- les organismes vivants transforment le milieu
- les organismes vivants doivent s'adapter
- les générations d'organismes qui se remplacent diffèrent.

Un écosystème est un système =

- un ensemble de parties ou d'éléments interconnectés par des liaisons fonctionnelles
- Interdépendance entre les éléments constitutifs
- Propriétés globales propres
- L'ensemble va agir sur les éléments constitutifs

Un écosystème peut aussi être caractérisé par sa :

stabilité : capacité d'un écosystème à maintenir constantes ses différentes caractéristiques (composition, productivité, diversité, etc.).

résistance : capacité à amortir des fluctuations des qualités environnementales, avec une valeur moyenne

résilience : capacité à revenir aux valeurs moyennes (retrouver son état initial), suite à une perturbation, dans certaines limites de variation.

diversité : comprend la diversité génétique, spécifique et écosystémique.

Fonctionnement des écosystèmes

I- Les caractéristiques de l'écosystème en bon état de marche :

1/ un flux d'énergie

L'écosystème est ouvert au plan thermodynamique. L'énergie y entre sous une forme plus concentrée qu'elle n'en sort.

2/ une circulation cyclique des éléments nutritifs

Les éléments nutritifs comme le carbone, l'azote, le phosphore, le magnésium, ... sont transformés par les EV qui les intègrent à leurs molécules qui sont ensuite dégradées et retournées dans le milieu par d'autres organismes.

3/ une structure d'interrelations entre les organismes qui y vivent

Les organismes sont adaptés les uns aux autres et développent des stratégies pour mieux occuper une niche écologique à un niveau trophique donné.

L'écosystème

- doit être défini dans l'espace
- échange de la matière et de l'énergie avec d'autres écosystèmes
- a une composition variable dans le temps
- a une productivité variable dans le temps
- est plus ou moins stable en fonction de sa complexité.

II – Chaînes et réseaux trophiques

Niveaux trophiques : Tout écosystème présente une structure trophique: un ensemble de relations alimentaires qui détermine la circulation de l'énergie et celle de la matière dans les cycles biogéochimiques.

Producteurs = organismes photosynthétiques.

Consommateurs primaires = herbivores.

Consommateurs secondaire = carnivores se nourrissant d'herbivores.

Consommateurs tertiaires = carnivores se nourrissant de consommateurs secondaires.

Consommateurs quaternaires (supercarnivores) = carnivores se nourrissant de consommateurs tertiaires.

Détritivores = se nourrissent de déchets organiques appartenant à tous les niveaux trophiques (ex. décomposeurs comme les bactéries et champignons, mais aussi certains animaux comme les lombrics, certains coléoptères et rapaces).

Chaîne et réseau trophiques : Le transfert de la nourriture entre les niveaux trophiques est appelé chaîne alimentaire. Peu d'écosystèmes avec une seule chaîne simple, la plupart comportent des ramifications. Plusieurs consommateurs primaires peuvent se nourrir d'un même producteur ou un même consommateur primaire peut manger plusieurs producteurs, etc. Il y a des ramifications à tous les niveaux et certains organismes s'alimentent à plusieurs niveaux ; on dit que les relations alimentaires d'un écosystème forment des réseaux trophiques.

Différents types de chaînes : On distingue la chaîne des autotrophes (basée sur les producteurs) et la chaîne des détritivores (basée sur les décomposeurs). On peut aussi caractériser la chaîne des parasites.

III – Transferts d'énergie

Application des lois de la thermodynamique : Tous les organismes ont besoin d'énergie pour croître, se régénérer, se reproduire et, dans certains cas, se déplacer. Les producteurs utilisent l'énergie lumineuse pour synthétiser des molécules organiques riches en énergie dont la dégradation peut servir à produire de l'ATP. Les consommateurs se procurent leurs combustibles organiques à partir des niveaux trophiques qui les précèdent. C'est donc l'intensité de la photosynthèse dans un écosystème qui en établit l'allocation énergétique. Les substances chimiques nécessaires à la vie se recyclent dans les écosystèmes, mais pas l'énergie : elle entre sous forme de lumière et en sort sous forme de chaleur.

La circulation de l'énergie dans les écosystèmes est gouvernée par les lois de la thermodynamique :

- 1ère Loi : l'énergie ne peut être créée ni détruite, elle ne peut qu'être transformée d'une forme à une autre (Loi de conservation de l'énergie).
- 2ème Loi : lors de sa transformation d'une forme à une autre, l'énergie est "dégradée" (Loi de l'entropie).

Production primaire / Productivité primaire : La Terre reçoit chaque jour 10^{22} joules d'énergie sous forme de rayonnement solaire, mais c'est seulement environ 1% de la lumière visible qui atteint les producteurs qui est convertie en énergie chimique (3% chez les plantes les plus efficaces). Le taux auquel les organismes autotrophes d'un écosystème convertissent l'énergie lumineuse en énergie chimique est appelé productivité primaire. La productivité primaire totale des autotrophes équivaut à la productivité primaire brute (PPB). Une partie de l'énergie chimique ne devient pas de la matière organique puisque les producteurs dépensent de l'énergie pour la respiration cellulaire (R). On obtient la productivité primaire nette (PPN) en faisant $PPB - R$. La PPN représente la quantité d'énergie chimique que les consommateurs d'un écosystème pourront utiliser, souvent de 50 à 90% de la PPB. On peut exprimer la productivité primaire sous forme de quantité d'énergie par unité d'aire par unité de temps (ex. $J/m^2/an$) ou de biomasse de végétation ajoutée par unité de surface par unité de temps (ex. $g/m^2/an$).

Productivité secondaire : c'est le taux auquel les consommateurs d'un écosystème (herbivores, carnivores, détritivores) convertissent l'énergie chimique de leur nourriture en biomasse. La productivité décline à chaque transfert d'énergie dans la hiérarchie trophique car les organismes convertissent une partie de l'énergie en chaleur qui se dissipe. L'énergie chimique accumulée en biomasse par la productivité primaire n'est donc pas toute convertie en productivité secondaire.

Pyramides écologiques :

Les pyramides écologiques représentent graphiquement la structure d'un écosystème. La base de la pyramide est constituée par les producteurs primaires alors que les carnivores constituent son sommet. On distingue :

- la pyramide des nombres : chaque rectangle est proportionnel au nombre d'individus que l'on trouve à un niveau trophique donné. Application : incidence d'une contamination (cf pyramide de bioaccumulation).

- la pyramide des biomasses : Chaque rectangle est proportionnel au poids des individus rencontrés à un niveau trophique donné.

La biomasse est l'ensemble de la masse vivante présente à un niveau trophique donné ou dans un endroit donné.

biomasse = masse totale / unité d'espace.

(Production = masse / unité de temps et d'espace)

- la pyramide des énergies : chaque niveau trophique est caractérisé par un rectangle proportionnel à l'équivalent en calories de l'ensemble des individus d'un

même niveau trophique. Cette pyramide traduit la véritable réalité du fonctionnement d'un écosystème et permet de comprendre les échanges d'énergie, mais un bilan énergétique complet est très difficile et coûteux à établir.

Rendements écologiques : Tout fonctionnement naturel implique une transformation de l'énergie et il ne peut y avoir transformation sans perte d'énergie. Pour un niveau trophique donné, le rendement énergétique est défini par le rapport entre le flux énergétique sortant et le flux énergétique entrant. Bien définir si on raisonne en termes de biomasse, de production nette, d'énergie, pour un couple prédateur-proie déterminé ou entre 2 niveaux trophiques successifs, ou plus globalement. Plusieurs possibilités de présenter ces rendements ou efficacités :

Efficacité de consommation = rapport entre énergie ingérée (E_i) par un consommateur et énergie contenue dans la nourriture dont il dispose (E_t). Pour un prédateur, ce sera la part de l'énergie contenue dans une proie qui sera effectivement ingérée (os, phanères ne sont pas consommés par le carnivore, racines et parties ligneuses non plus en général).

La valeur de l'efficacité de consommation est très variable selon les écosystèmes: végétaux terrestres : 2 %, phytoplancton : 80 à 100 %.

Efficacité d'assimilation = rapport entre énergie assimilée (A) et énergie ingérée (I). Une partie seulement des aliments ingérés par un consommateur est assimilée (=les nutriments), le reste est éliminé avec les fèces. Une partie de l'énergie assimilée va servir à couvrir les besoins métaboliques (respiration, excrétion, homéothermie, ...) et une petite partie va participer à l'élaboration de la biomasse du consommateur.

Efficacité de production nette = rapport de l'énergie nette sur l'énergie assimilée (N/A).

La valeur de ces efficacités varie considérablement selon la nature des organismes consommateurs. En terme de productivité nette, les consommateurs conservent environ 10% de la nourriture qui sert à augmenter la masse de l'organisme, 90% sont utilisés pour faire fonctionner l'organisme (respiration, déplacement, digestion et production d'excrément, maintien de la chaleur, résistance au stress, transpiration, etc)

Efficacité écologique = rapport entre la productivité nette d'un niveau trophique et celle du niveau inférieur = environ 10% (90% de l'énergie disponible à un niveau trophique ne se rend pas au suivant). Elle peut varier de 5% à 20% selon l'écosystème. La perte d'énergie dans les chaînes alimentaires limite radicalement la biomasse totale (et le nombre total) des carnivores pouvant vivre dans un écosystème, donc le nombre de niveaux trophiques.

La productivité d'un écosystème est répartie entre les différents niveaux trophiques :

- lumière totale reçue par les plantes – lumière réfléchiée = production primaire brute (PPB)
- PPB – besoins métaboliques des plantes = production primaire nette (PPN)
- PPN – matériel non utilisé = part ingérée par les herbivores
- part assimilée par les herbivores - besoins métaboliques = production secondaire
- part assimilée par les carnivores - besoins métaboliques = production tertiaire
- production tertiaire + cadavres et excréments = part ingérée par les décomposeurs
- part ingérée par les décomposeurs - besoins métaboliques = production des décomposeurs

IV – Transferts de matière : cycles biogéochimiques

La vie sur Terre repose sur le recyclage des éléments chimiques essentiels. Comme les cycles des nutriments font intervenir des composants biotiques et abiotiques des écosystèmes, on les appelle cycles biogéochimiques. Comme le carbone, l'oxygène, le

soufre et l'azote peuvent se retrouver à l'état gazeux, leur cycle se fait à l'échelle mondiale. D'autres, comme le phosphore, le potassium ou le calcium, ont une mobilité réduite, leurs cycles sont plus localisés.

Dans le modèle général du recyclage des nutriments, on retrouve quatre réservoirs de nutriments définis par deux caractéristiques: leur contenu (matière organique ou inorganique) et la disponibilité (disponible ou non) de leur contenu pour les organismes.

Bien que non strictement biogéochimique, le cycle de l'eau est intégré dans ces grands cycles.

V – Evolution fonctionnelle des écosystèmes

Climax

Le climax est le niveau de stabilité le plus élevé atteint par un écosystème. Il correspond à l'optimum du développement de la communauté, compte tenu des conditions climatiques et ou édaphiques prévalant dans le biotope considéré. A ce stade, il y a développement maximum de la biomasse dans un écosystème donné.

D'un écosystème jeune au même écosystème âgé : la biomasse totale des biocénoses augmente constamment pour atteindre un maximum avec le climax, la production nette augmente considérablement pendant les stades juvéniles et matures pour diminuer à partir de la maturité, le rapport productivité/biomasse diminue au fur et à mesure que l'on s'approche du climax, les pertes énergétiques tendent à diminuer à l'approche du climax, le recyclage des éléments minéraux est de plus en plus efficace quand l'écosystème vieillit, la diversité spécifique atteint son optimum avec le climax, les réseaux trophiques sont très complexes et imbriqués les uns dans les autres au stade climax.

Successions écologiques

On distingue les successions

- Progressives qui tendent vers le climax
- Régressives qui s'en éloignent sous l'influence de dégradations, perturbations.

Ecologie des communautés

I- Définitions - Généralités

Une communauté est un ensemble global de végétaux et d'animaux.

- la végétation de la communauté détermine sa composition en espèces animales
- le structure trophique repose sur les relations prédateurs/proies et hôtes/parasites
- elle possède une diversité spécifique : nombre d'espèces et abondance relative de chaque espèce
- une communauté est stable : elle est capable, jusqu'à un certain point, de résister au changement et de recouvrer sa composition initiale après une perturbation.

II- Relations intra et interspécifiques

Tous les organismes sont influencés par leurs interactions biotiques avec les individus vivant dans leur entourage immédiat. Certains types d'interactions désignent des interactions possibles entre individus de la même espèce = Relations intraspécifiques. D'autres désignent des relations entre individus d'espèces différentes = Relations interspécifiques.

Les relations intraspécifiques sont régies par deux grandes tendances :

- la tendance répulsive qui aboutit à la sélection naturelle par les phénomènes de compétition (survie des mieux adaptés...) et à la hiérarchie sociale ou l'établissement de territoires. La compétition implique que deux ou plusieurs organismes ou populations utilisent des ressources communes présentes en quantité limitée, ou, si ces ressources ne sont pas limitantes, que les organismes en concurrence se nuisent en les recherchant.

On distingue deux types de compétition :

- par action directe, active (agressivité) ou passive (médiation chimique) entre les organismes en concurrence. On parle d'interférence.
- par action indirecte : l'utilisation des ressources par un des concurrents limite sa disponibilité pour l'autre. On parle d'exploitation.

Pour lutter ou éviter la compétition intraspécifique, il existe différents moyens : l'émigration qui évite l'interfécondité, la fragmentation en écotypes, la fragmentation en écophases.

- la tendance attractive qui conduit à la vie sociale ou à la rencontre des partenaires en vue de la reproduction et se traduit par la vie en société sous forme de : foules, familles, troupes, colonies, sociétés animales organisées, ...

L'effet de groupe correspond à des phénomènes considérés comme favorables à l'ensemble de la population. L'effet de masse désigne au contraire les effets liés au surpeuplement. Il peut se traduire par une diminution de la fécondité (par exemple chez certains rongeurs) , des troubles physiologiques, des comportements aberrants comme le cannibalisme à l'égard des œufs ou des jeunes. Les causes sont le plus souvent la limitation de la quantité de nourriture disponible ou le manque d'espace.

Entre les seuils de population à partir desquels se manifestent les effets de groupe et de masse se situe l'optimum des populations.

Les relations interspécifiques

Espèce A	Espèce B	
0	0	Neutralisme
0/+	-	Amensalisme/ Allélopathie

↑ télétoxie (subst. chimique)
↳ chlorophylle → O₂ ✗ bactéries anaérobies
↳ champi. penicillium → pénicilline ✗ bactéries

-	-	Compétition
+	-	Prédation et Parasitisme
+	0	Commensalisme
+	+	Mutualisme et Symbiose

+ : effet favorable ; - : effet défavorable ; 0 : effet neutre

La coévolution est l'adaptation évolutive qui se produit chez deux espèces à la suite de leurs influences réciproques.

Prédation : le prédateur est un animal qui se nourrit d'un autre animal ou d'une plante, et la proie est cet animal ou cette plante. Les prédateurs ont des adaptations leur facilitant l'obtention de nourriture : sens aiguisés (ex. organes thermosensibles près des yeux des serpents, chimiorécepteurs des insectes), serres, dents, crochets, aiguillons, venin, etc. pour capturer et mastiquer, adaptation à la course, Les proies ont également développé au cours du temps évolutif des adaptations leur permettant de se défendre.

Les défenses des végétaux contre les herbivores sont souvent des substances chimiques répulsives ou nocives (dont on se sert souvent comme poisons, drogues ou médicaments) comme la strychnine, la morphine, la nicotine, la mescaline, etc. Les défenses des animaux contre les prédateurs peuvent être passives comme se cacher, ou actives, comme fuir ou se battre. Beaucoup d'animaux, par ailleurs, s'en remettent à la coloration adaptative. Il y a le camouflage ou homochromie, basé sur une similitude des couleurs et des formes. On retrouve aussi des colorations adaptatives évoquant des yeux ou une tête.

Certains animaux faciles à repérer possèdent des défenses mécaniques ou chimiques (ex. porc-épic, mouffette rayée). Beaucoup d'animaux qui possèdent des défenses mécaniques ou chimiques efficaces arborent une coloration d'avertissement qui avertir les prédateurs de se tenir à distance (ex. abeilles). Dans le mimétisme, un mime présente une ressemblance superficielle avec une autre espèce, le modèle. Le mimétisme batésien est l'imitation d'une espèce nocive au goût désagréable par une espèce inoffensive au goût agréable (ex. des serpents inoffensifs imitant les motifs rouges, blancs et noirs du serpent corail venimeux). Le mimétisme müllérien est une ressemblance entre deux espèces à coloration d'avertissement ou au goût désagréable (ex. abeilles, guêpes, ...)

Parasitisme : c'est une relation nuisible pour l'hôte du parasite. Exemples de parasitisme: les endoparasites qui vivent à l'intérieur des tissus de leurs hôtes comme le ver solitaire ou le protozoaire causant le paludisme, ou les ectoparasites séjournant peu de temps sur la face externe de leurs hôtes, comme les moustiques

Compétition interspécifique : lorsque, dans une communauté, deux espèces ou plus font usage des mêmes ressources limitantes, elles sont en compétition interspécifique. Elle peut se faire par interférence, lorsqu'elle prend la forme de combats ou de sécrétions particulières, ou par exploitation, lorsqu'elle naît de la consommation ou de l'utilisation de ressources semblables.

Le principe d'exclusion compétitive (ou Principe de Gause) veut que deux espèces ayant des niches écologique semblables ne peuvent cohabiter : une espèce s'accapare inévitablement les ressources, se multiplie et élimine l'autre de la communauté. La niche écologique est l'ensemble des conditions dans lesquelles vit et se perpétue une population. Dans des circonstances idéales, les ressources qu'une population peut utiliser constituent sa niche écologique fondamentale. Dans la nature, les contraintes biologiques, comme la compétition, peuvent forcer une population à utiliser seulement

une fraction de sa niche fondamentale. Les ressources qu'une population utilise réellement forment sa niche écologique réelle. La présence de compétiteurs rend donc certaines parties de la niche écologique inaccessibles. L'évolution tend à faire varier les niches écologiques pour qu'elles ne soient pas identiques.

Commensalisme : relation avantageuse pour un des organisme et neutre pour l'autre (e Héron garde-bœufs, un oiseau qui profite des insectes que le bétail fait lever). On parle d'épiphytisme chez les végétaux.

Mutualisme et symbiose : associations profitables pour les deux organismes, devenue obligatoire pour les 2 espèces dans le cas de la symbiose..

Exemples de mutualisme : Acacias et fourmis, Insectes pollinisateurs, Dissémination des semences

Exemples de symbiose : Bactéries cellulolytiques et ruminants, Rhizobium et légumineuses, Termites et protozoaires, Corail et lichen, Mycorhizes.

III- Diversité des communautés

La diversité d'une communauté est fortement influencée par :

- la compétition interspécifique
- la présence de super-prédateurs ou d'espèces clés

ce qui contrôle la dynamique des réseaux trophiques et donc des écosystèmes. Les super-prédateurs réduisent la densité des compétiteurs forts et empêchent l'exclusion compétitive des compétiteurs faibles

Dans la théorie du contrôle des communautés par les ressources ou contrôle "bottom-up", les ressources disponibles, régulées par le milieu physico-chimique, contrôlent les chaînes trophiques depuis les producteurs jusqu'aux prédateurs. Un niveau trophique donné est donc fortement contraint et limité par l'abondance du niveau trophique. Mais le fonctionnement d'un écosystème est également fortement contraint par la prédation exercée par les niveaux supérieurs sur les niveaux trophiques inférieurs ; c'est le contrôle "top-down". C'est le cas du cycle prédateur-proie, où la prédation exerce un effet sur la proie mais aussi sur les autres niveaux trophiques inférieurs. Ces effets se transmettent en cascade le long de la chaîne trophique. Une application se retrouve dans les expériences de bio-manipulation pour lutter contre l'eutrophisation dans les lacs notamment.

IV- Introduction à la lutte biologique

"Utilisation d'organismes vivants pour prévenir ou réduire les dégâts causés par les ravageurs".

Les méthodes de lutte biologique contre les organismes nuisibles aux cultures exploitent donc les mécanismes de régulation naturelle des populations. Facteurs biotiques et abiotiques se conjuguent en effet pour empêcher le développement démesuré des populations ; il est cependant admis que ces facteurs naturels de régulation sont généralement insuffisants pour faire face à eux seuls aux situations de pullulation. L'intervention de l'homme s'avère alors nécessaire.

On considère comme relevant des méthodes de lutte biologique la manipulation des facteurs biotiques et abiotiques seulement dans la mesure où celle-ci favorise effectivement le rôle des auxiliaires.

La compétition, la prédation et le parasitisme sont les principaux facteurs biotiques exerçant une influence déterminante sur la dynamique des populations de l'organisme nuisible. Ils présentent la particularité d'être le plus souvent dépendants de la densité des populations atteintes, à la différence des facteurs abiotiques de l'environnement.

Le plus souvent, on va préférer utiliser un parasite ou un parasitoïde plutôt qu'un prédateur, exception faite de la coccinelle. La raison en est qu'il est souhaitable de s'assurer de la spécificité d'action des organismes auxiliaires utilisés en lutte biologique ; on va donc préférer utiliser une espèce spécialiste à une espèce généraliste, ce qui est souvent le cas des prédateurs. (Les prédateurs monophages sont assez rares).

Par la lutte biologique, on va donc essayer

1/ d'accroître le taux de mortalité du ravageur :

- par introduction d'ennemis naturels (Opuntia et papillon dans les Petites Antilles, coccinelles et pucerons, ...)
- par introduction de parasites (Trichogrammes : petits hyménoptères qui vont parasiter les œufs d'insectes, en particulier de punaises qui ravagent les céréales)
- par utilisation d'agents pathogènes (virus de la myxomatose)

2/ de diminuer le coefficient de natalité des ravageurs :

- par la lutte autocide (en Floride, Texas, Mexique, une mouche transmet le trachome (abcès sous-cutané important chez les bovins) : libération de milliards de mâles rendus stériles par irradiation au Cobalt mais restant capables de s'accoupler. Comme les femelles ne s'accouplent qu'une seule fois, il n'y avait pas de descendance.
- par l'utilisation de phéromones pour établir des confusions sexuelles
- par l'utilisation d'hormones perturbant le développement des insectes ravageurs....

I- Définitions - Généralités

Une population est l'ensemble des individus d'une même espèce

- vivant sur un même territoire
- consommant les mêmes ressources
- influencés par les mêmes facteurs

Chaque individu d'une espèce naît, vit un certain temps et meurt. Certains individus quittent le système tandis que d'autres y pénètrent. Une population est donc un système dynamique. Les applications de la dynamique des populations sont nombreuses et concernent 3 types de problèmes de gestion :

- L'exploitation : Comment exploiter au mieux une population d'espèce non domestique, c'est à dire prélever, récolter le plus grand nombre d'individus ou la plus grande biomasse possible, d'une façon durable ? La question se pose en particulier pour la pêche, l'exploitation des forêts ou des animaux à fourrure par exemple.
- Le contrôle : Comment réduire le plus efficacement possible l'effectif de populations qui nuisent aux intérêts humains ? Cette question concerne en particulier les ravageurs des cultures et des forêts, les parasites, les agents pathogènes, les animaux considérés comme nuisibles...
- La conservation : Comment préserver les espèces réduites à de très petites populations et en danger d'extinction ? Comment reconstituer des populations éteintes ou renforcer des populations menacées à court terme ?

II- Taille d'une population

La première caractéristique des populations que l'on cherche à connaître est généralement leur abondance. Pour traduire cette abondance on utilise la densité, rapport entre l'effectif ou la biomasse d'une population et la surface du territoire ou le volume qu'elle occupe.

Les méthodes d'estimation de cette abondance sont très variées, le choix de la méthode la plus adaptée s'effectue en fonction de connaissances a priori : ordre de grandeur de l'effectif de la population (individus à dénombrer rares ou très nombreux), mobilité des individus, contraintes matérielles imposées par la nature du milieu à prospecter, la précision souhaitée pour les résultats...

✓ Dénombrement total

Il s'agit de dénombrer tous les individus de la population ou tous ceux qui appartiennent à une ou des catégories démographiques particulières. A l'exception des populations humaines, les méthodes de dénombrement total concernent principalement des populations d'effectif très petit ou modeste.

✓ Dénombrement par échantillonnage

Lorsque le dénombrement total n'est plus possible (organismes trop nombreux), on compte les individus sur des surfaces plus petites, représentatives de l'aire (ou du volume pour les organismes aquatiques) occupée par la population. Les surfaces étudiées sont soit des quadrats (carrés ou circulaires) soit des bandes (transects). La mise en œuvre de ces méthodes nécessite la mise en place d'un plan d'échantillonnage.

- Echantillonnage aléatoire simple : c'est une méthode qui consiste à prélever au hasard une partie des éléments de la population. Chacun des éléments a la même probabilité d'être prélevé. Le milieu est divisé en N unités de même taille, et on prélève par tirage au sort n unités qui constitueront l'échantillon.

Méthode valable si le milieu est homogène. Mise en œuvre souvent laborieuse.

- Echantillonnage systématique : les prélèvements successifs sont réguliers et espacés d'une même distance p (=pas ou raison). Le premier élément est tiré au hasard. Méthode intéressante pour mettre en évidence des tendances linéaires : gradient d'altitude, de profondeur d'eau, de salinité, de hauteur de végétation, évolution temporelle d'un phénomène naturel...).
- Echantillonnage stratifié : méthode adaptée à la situation où le milieu n'est pas homogène et que la densité à estimer varie selon les caractéristiques de celui-ci. Le terrain est divisé en zones plus homogènes (5 ou 6 en moyenne) dans lesquelles la densité est jugée plus uniforme. Chaque zone constitue une strate à laquelle on peut appliquer un plan d'échantillonnage simple ou systématique. Le nombre de quadrats échantillonnés dans chaque strate varie selon la densité, on prévoit un effort d'observation plus important dans les strates où la densité est plus élevée.
- Echantillonnage par degré : La population étudiée est divisée en sous unités (unités primaires), elles mêmes divisées en unités secondaires...L'échantillonnage peut se faire à différents niveaux (unités primaires, secondaires...).

✓ Dénombrement par capture-marquage-recapture

Le marquage consiste à identifier individuellement ou collectivement des animaux. La méthode CMR est basée sur l'hypothèse que si des individus sont prélevés au hasard dans une population, marqués puis relâchés, la proportion d'individus marqués dans tout échantillon ultérieur est une estimation de la proportion d'individus marqués dans la population. Cette hypothèse est satisfaite que si plusieurs conditions sont respectées :

- Le marquage n'a pas d'influence sur la survie des individus marqués,
- Les marques ne sont pas perdues,
- La probabilité de capture d'un individu quelconque est égale à sa probabilité de recapture,
- La population étudiée est fermée (ni immigration ni émigration),
- L'effectif de la population ne varie pas du fait de la fécondité ou de la mortalité.

Si ces conditions sont respectées, alors on déduit l'effectif de la population par la relation suivante (formule de PETERSEN-LINCOLN) :

$$N = \frac{n_1 n_2}{c_2} \text{ (avec } c_2 > 20 \text{ pour que la formule soit valable)}$$

N : effectif de la population

n_1 : nombre d'individus marqués lors de la première capture

n_2 : nombre d'individus capturés lors du second piégeage

c_2 : nombre d'individus déjà marqués lors du second piégeage

Pour améliorer la précision de l'estimation de N , il est possible d'étendre la méthode précédente à plusieurs opérations de CMR dans lesquelles les individus ne sont marqués qu'une seule fois. Dès la seconde opération, les individus non marqués sont relâchés avec une marque et viennent s'ajouter aux autres.

✓ Mesures de la densité relative

Les méthodes de mesure de la densité relative ont pour objectif principal de connaître les tendances de l'évolution numérique des populations à partir du calcul d'indices d'abondance. Plusieurs méthodes existent :

- Dénombrement des traces d'activité laissées par les animaux : empreintes, crottes, terriers, nids, traces de repas... Le dénombrement de ces traces peut être exhaustif ou faire l'objet d'un plan d'échantillonnage de façon à obtenir un nombre d'indices d'activité par unité de surface, directement proportionnel à la taille de la population.

- Etude des relations entre le nombre de captures et l'effort de capture (nombre de piège-jour, nombre de chaluts-heure de chalutage...). On peut ainsi avoir un nombre de papillons nocturnes pris au piège de lumière par heure ou des poissons pris par canne à pêche par jour,
- Indices kilométriques d'abondance (IKA) : surtout pour oiseaux et mammifères. Consistent à parcourir lentement un itinéraire choisi (à pied ou en voiture) et en notant tous les individus à recenser, d'un côté ou des deux côtés du parcours, selon la difficulté du dénombrement. Les itinéraires peuvent être tirés au sort si le but est s'étudier les variations d'abondance des populations qui occupent des milieux différents, ou établis une fois pour toutes s'il s'agit de suivre les variations de l'effectif de la même population au cours du temps.
- Indices ponctuels d'abondance (IPA) : utilisée pour les oiseaux uniquement. Consistent à recenser les individus d'une population présents autour de postes fixes d'observation, par un repérage visuel et auditif (chants et cris), au cours de séquences d'observation de 20 mn. La sélection des « points d'écoute » peut être faite par tirage au sort.

III- Répartition spatiale

Le mode de répartition d'une population dans son aire exprime le degré d'indifférence, d'affinité ou d'incompatibilité des individus entre eux, mesuré par leurs rapports de proximité. L'étude du mode de répartition répond à plusieurs objectifs :

- C'est un élément de la connaissance écologique des écosystèmes étudiés,
- Nécessaire pour établir un plan d'échantillonnage destiné à estimer la densité d'une population,
- Permet d'ajuster l'effort d'échantillonnage à un degré de précision souhaité.

On peut décrire trois modes de répartition des populations :

- Répartition au hasard, la position de chaque individu est indépendante de celle des individus qui l'entourent. Certains individus sont très proches les uns des autres, d'autres sont très dispersés (une poignée de riz jetée sur une table donne une idée de la répartition au hasard). C'est le mode de répartition le plus rare dans la nature. Ex : Plantes supérieures dont la dispersion des semences est assurée par le vent.
- Répartition contagieuse, ou par agrégats ou agrégative, les individus ont tendance à se regrouper entre eux. La présence d'un individu augmente les chances d'en retrouver un autre. C'est de loin le mode de répartition le plus répandu dans les populations animales. Ex : Humains pour des raisons sociologiques ou environnementales.
- Répartition régulière ou uniforme, les individus se tiennent à égale distance les uns des autres, comme s'ils avaient tendance à se repousser mutuellement. Assez rare en milieu naturel mais fréquent dans les milieux artificiels (plantation).

IV - Structure démographique

L'effectif ou la densité évaluent globalement l'abondance d'une population mais les individus qui la composent ne sont pas tous identiques au plan démographique :

- chez les vertébrés : jeunes, immatures, adultes et vieux adultes,
- chez les insectes : œufs, différents stades larvaires, imagos,
- dans le monde végétal : semences, plantules, plantes matures.

La structure démographique d'une population est la répartition des individus qui la composent en diverses catégories d'âge ou de stade de développement et, si nécessaire, de sexe.

Dans le cas d'insectes ou de plantes, il est plus simple de repérer l'âge des individus par des stades de développement plutôt que de les mesurer en unités de temps. Trois âges écologiques sont fondamentaux : pré-reproduction, reproduction et post-reproduction. On appelle **écophase** le stade du développement d'un organisme animal qui se caractérise par des exigences écologiques particulières tant sur le plan des facteurs physiques ou chimique du milieu que sur le plan nutritionnel (œuf, alevin, juvénile, adulte). Le passage d'un stade de développement à un autre (germination, floraison ou éclosion, mue imaginale...) constitue un événement démographique permettant d'identifier une **cohorte**, c'est à dire un ensemble d'individus vivant le même événement démographique pendant la même unité de temps : cohorte d'imagos chez les insectes pour les individus ayant vécu en même temps l'émergence. En général, les individus qui appartiennent à une même cohorte n'ont pas le même âge parce que leur développement n'est pas continu (diapause des invertébrés et dormance pour les plantes). Dans les populations où l'âge est mesuré en unité de temps, la notion de cohorte peut néanmoins avoir un intérêt. Chez les vertébrés supérieurs, par exemple, l'accès à la reproduction n'a pas lieu au même âge pour tous les individus et l'analyse de la cohorte « femelle se reproduisant pour la première fois » peut révéler des changements démographiques importants.

La représentation classique de la structure démographique d'une population est une pyramide des âges (ou de stades de développement) dans laquelle on sépare, si nécessaire, les mâles et les femelles. Elle s'obtient en superposant des rectangles de hauteur constante (classe d'âge) et de base proportionnelle aux effectifs de chaque classe d'âge. La structure démographique est considérée comme stable si le rapport d'un groupe d'âge au suivant reste constant et que la forme de la pyramide des âges ne varie pas dans le temps. Dans ce cas, les taux de naissances et de décès de chaque classe d'âge sont constants. Une population en croissance est caractérisée par un grand nombre de jeunes donnant une pyramide à base large. A l'inverse, une population en déclin est illustrée par une pyramide à base rétrécie.

V- Natalité et mortalité

Avec les phénomènes de migration (émigration et immigration), les naissances et les décès sont des phénomènes démographiques assurant le renouvellement de la population. Ces phénomènes démographiques sont décrits par des taux c'est à dire des quantités rapportées à un individu.

Les taux bruts (de natalité ou de mortalité) font intervenir la population totale (individus de tous âges et des deux sexes) et sont donc des mesures globales assez grossières.

Les taux par âge (fécondité et mortalité) sont beaucoup plus précis, ils concernent des individus d'un âge déterminé et sont généralement définis uniquement pour les femelles chez les espèces gonochoriques (fécondité des mâles plus difficile à estimer) :

- Taux de fécondité (m_x) : nombre de descendants engendrés par une femelle d'âge x
- Taux de mortalité (q_x) : probabilité qu'une femelle venant d'atteindre l'anniversaire x meure dans l'intervalle x à $x+1$.

Une table de survie est un tableau contenant les estimations de différents paramètres relatifs à la mortalité par âge. Il comprend généralement 5 colonnes et $n+1$ lignes (n désigne l'âge de la dernière classe d'âge) :

La représentation graphique des tables de survie est une courbe tracée en représentant l'âge x en abscisse et le logarithme décimal de l_x en ordonnée. Il existe trois types de survie :

- Type I : bonne survie des jeunes avec de forts taux de décès seulement pour les individus âgés. Les membres de l'espèce vivent donc leur espérance de vie complète : plupart des mammifères dont humains.
- Type II : taux de mortalité régulier dans tous les groupes d'âge : Hydres, plantes annuelles, certains rongeurs tel que l'écureuil, oiseaux des champs.
- Type III : taux de mortalité élevé chez les jeunes : Invertébrés marins (Huîtres), poissons, champignons.

VI- Croissance d'une population

La croissance est la variation numérique par unité de temps des individus au sein de la population. Elle dépend essentiellement de la natalité et de la mortalité, mais aussi de l'émigration et de l'immigration. Les changements dans la taille de la population avec le temps peuvent être calculés par addition des naissances (B) et de l'immigration (I) à la population d'origine au temps t (N_t) et en soustrayant le nombre de décès (D) et d'émigrants (E) pour donner une nouvelle taille de la population au temps t+1 (N_{t+1}) :

$$N_{t+1} = N_t + B + I - D - E$$

Pour traduire la croissance d'une population fermée (pas d'échanges d'individus), on utilise le taux intrasèque (ou instantané) de croissance r, ou taux naturel intrasèque de renouvellement. Il correspond au potentiel maximum de reproduction d'un individu. Ce taux est le maximum théorique qui peut être atteint dans un environnement donné si la population n'est pas limitée en ressources. Il est défini par la relation suivante :

$$r = (B - D)/N \quad \text{ou} \quad r = (N_t - N_{t-1})/N_{t-1}$$

La variation instantanée du nombre d'individus de la population sera égale à

$$dN/dt = rN$$

Si $r = 0$: Population ne varie pas, Si $r > 0$: Population augmente, Si $r < 0$: Population diminue

Modèles de croissance à densité indépendante :

Le modèle exponentiel décrit l'effectif de façon continue, c'est à dire à n'importe quel moment du cycle biologique. Il traduit la croissance de jeunes populations qui s'installent dans un milieu favorable dont les ressources sont pratiquement illimitées relativement aux faibles effectifs initiaux, où il n'y a pas de prédateurs, pas de maladies, ... r va tendre vers sa valeur maximale.

La population augmente selon l'équation

$$dN/dt = r_{\max}N$$

et la courbe de croissance obtenue est de type exponentiel ; on parle de courbe en J. Le taux de croissance mesuré dans ces conditions correspond au potentiel biotique (r_{\max}) de la population. Il dépend :

- du nombre de descendants par accouplement
- des chances de survie à l'âge de maturité
- du potentiel de reproduction de chaque individu
- de l'âge de la maturité

La croissance de la population est théoriquement infinie.

Modèles de croissance à densité dépendante

En réalité, la croissance d'une population n'est pas infinie. La courbe de croissance atteint un point d'inflexion puis un plateau car le milieu limite l'accroissement de la population. Ce qui est le plus observé est une croissance exponentielle de courte durée correspondant à un développement massif d'organismes suivie d'une chute des effectifs la population.

Le modèle logistique traduit la présence d'un seuil de croissance. Dans ce cas, la courbe obtenue est une sigmoïde (en S), c'est la courbe logistique de croissance.

La population augmente géométriquement jusqu'à ce qu'une limite supérieure soit approchée. Cette limite ou valeur de saturation dépend des conditions particulières offertes par le milieu et est appelée charge utile ou capacité d'accueil maxi (K). Le taux de croissance diminue progressivement jusqu'à atteindre 0 lorsque la taille de la population correspond au maximum que l'environnement peut supporter. Dans ce cas, la population est considérée en équilibre, c'est à dire que le taux de naissance est égal au taux de mortalité. La charge limite traduit l'effet de facteurs dépendants de la densité (compétition, prédation, parasitisme, émigration, disponibilité des ressources alimentaires ou des habitats...) bien que d'autres facteurs indépendants de la taille de la population puissent également intervenir (climat, température) : c'est l'effet de masse. Ce modèle logistique s'exprime par la relation :

$$dN/dt = r_{\max}N(K-N)/K$$

Ces modèles ne sont que des modèles déterministes. Ils impliquent que l'émigration compense l'immigration, que les différences génétiques ne sont pas prises en compte, que la relation entre la densité et le taux d'accroissement est linéaire, que l'effet de la densité sur le taux d'accroissement est instantané.... Il est manifestement irréaliste de supposer qu'un organisme dans le monde réel se comporte comme un chiffre dans une équation.

D'où l'existence de modèles stochastiques où la croissance de la population dépend largement de la théorie des probabilités. La présence de cette stochasticité dans la démographie des populations est cruciale lorsqu'il s'agit de conserver des petites populations d'espèces rares. Les modèles stochastiques introduisent de la variation biologique dans la croissance des populations et sont plus proches du monde réel que les modèles déterministes. Le prix à payer est une complexité mathématique d'autant plus grande que de nouveaux facteurs y sont introduits, comme la probabilité qu'un prédateur tue un certain nombre d'individus ou que la nourriture est un facteur limitant, ou encore l'apparition de dysfonctionnement démographique lorsque l'effectif de la population tombe sous un certain seuil ("effet Allee"). Les modèles stochastiques collent d'autant plus à la réalité que les populations sont petites. Si l'effectif des populations étudiées se compte en million, les modèles déterministes conviennent. Si par contre les effectifs se comptent en millier d'individus, les modèles stochastiques sont plus utiles.

Millions d'individus \rightarrow modèle déterministe
milliers \rightarrow modèle stochastique

VII- Stratégies démographiques

Face aux contraintes du milieu, les organismes vivants doivent faire des choix pour l'allocation des ressources énergétiques. Une stratégie est

- un compromis de gestion des ressources disponibles
- un type de réponse parmi les diverses solutions envisageables
- la résultante d'adaptations longues et complexes.

Les 2 stratégies les plus étudiées sont la stratégie alimentaire et la stratégie reproductrice. La stratégie reproductrice passe par 2 grands choix de reproduction :

- Espèces de type opportuniste ou généraliste, à stratégie r : $r \rightarrow r_{\max}$. Ces espèces ont opté pour une sélection de traits qui détermine une fécondité et une survie favorables à une croissance rapide de la population à de faibles densités
- Espèces spécialisées à stratégie K : $N \approx K$. Ces espèces ont opté pour une sélection de traits qui détermine une fécondité et une survie favorables aux capacités compétitives à des densités proches de la capacité d'accueil K

Les espèces opportunistes ont une maturité précoce, une durée de vie adulte courte, une fécondité élevée ; elles sont particulièrement adaptées à des conditions climatiques variables, à des densités variables et se caractérisent par une aptitude à la colonisation.

Les espèces spécialistes ont une maturité tardive, une vie adulte longue, une fécondité mesurée ; elles sont particulièrement adaptées à des conditions de milieu et de climat stables, à des densités stables et se caractérisent par une aptitude à la compétition.

VIII- Régulation de la taille d'une population

La taille des populations est contrôlée par 2 types de facteurs :

1. Facteurs "dépendants de la densité" = facteurs relatifs aux êtres vivants = facteurs biotiques. Plus il y a d'individus, plus il y a de compétition, de prédation, de maladies, de stress, ...
2. Facteurs "indépendants de la densité" = facteurs relatifs à l'environnement = facteurs abiotiques (changements saisonniers, incendies, ouragans, etc...)

La plupart des populations réelles ne sont pas à leur densité d'équilibre pour très longtemps mais sont dynamiques. Les populations peuvent être en expansion ou en contraction à cause des changements des conditions environnementales ou à cause des changements dans leur environnement biotique.

Selon la nature et l'origine de ces variations, on peut distinguer les :

- **fluctuations de population** : les variations de densité sont dues à la natalité et à la mortalité des individus. Les fluctuations peuvent être irrégulières et imprévisibles du fait d'évènements inexplicables ou exceptionnels (crue) ou cycliques avec une alternance de minima et maxima de type saisonnier, annuel ou pluriannuel.
- **déplacements de population** : les variations de densité sont dues à des entrées ou des sorties d'individus. On distingue les **dispersions**, déplacements passifs des individus à sens unique vers un autre biotope (dérive aquatique des invertébrés aquatiques) et les **migrations**, déplacements actifs et périodiques entre deux biotopes pour une fonction particulière : reproduction (poissons migrateurs), métamorphose (insectes), recherche de proies, fuite des prédateurs (migration verticale du zooplancton)...

→ oscillations

→ fluctuations



8 biomes terrestres

- toundra
- taïga
- tempérée
- méditerranée
- steppe et great plain
- déserts
- savane
- tropicale

3 biomes marins

- côtier
- pleine mer
- dulçaquicole

Caractères d'écosystème: stabilité - résistance - résilience - diversité

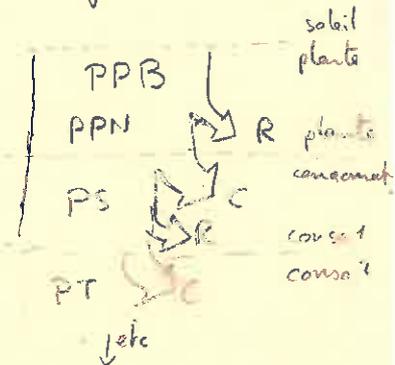
Ecosystème → Flux énergie + cycles d'éléments + organisation

Productivité primaire: taux de conversion énergie lumineuse → énergie chimique par les autotrophes.

Productivité primaire brute = Productivité primaire totale (PPB)

P.P. nette = PPB - Respiration = 50 à 90% PPB

P. secondaire = PPN - Chaleur = énergie absorbée par le consomm.



communauté = végétaux + animaux

Interactions → intraspécifique = (attendance, répulsive, select. nat + hiérarchie) / compétition

$$\text{Nbr d}'A^x = \text{Nbr d}'A^x + \text{naissances} + \text{immigrat}^{\circ} - \text{décès} - \text{émigrati}^{\circ}$$

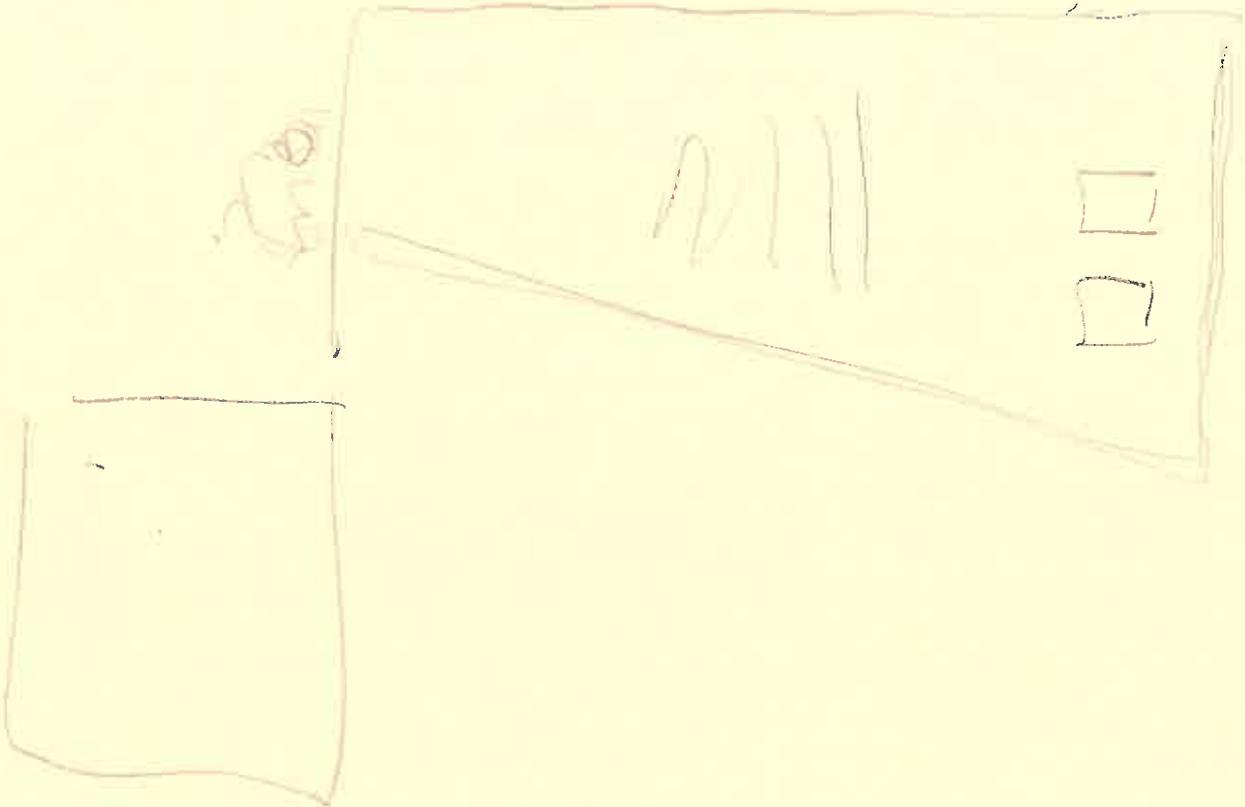
$$r = \frac{\text{naissances} - \text{décès}}{\text{Nbre } A^x} = \frac{\text{Nbre } A^x_2 - \text{Nbre } A^x_1}{\text{Nbre } A^x_1}$$

croissance exponentielle = $\frac{dN}{dt} = r_{\max} N$

croissance logistique = $\frac{dN}{dt} = r_{\max} N \frac{(K-N)}{K}$

N → Nbre A^x
K → charge utile

edaphique



$$P = 0,71 \times 9,81 \times 13,6 \cdot 10^3 \text{ en Pa}$$

$$H = \frac{P}{\rho g} = \frac{0,71 \times 9,81 \times 13,6 \cdot 10^3}{10^3 \times 9,81} = 0,71 \times 13,6 \text{ m CE}$$

71 cm Hg

Exercice 3 des pompes à haut rendement
 Exercices supplémentaires sur le campus.

Vous n'avez pas d'intégrale.
 On nous donnera beaucoup d'abaques
 Il y a un OCM.



paysage → juxtaposition d'écosystèmes (Priches, champs, lacs, bosquets...)

"beau paysage" → rural, peu de traces humaines mais un peu
pb des paysages → urbanisa,
solutions → maintenir une activité humaine

outils → réglementations...

ou va étudier les écosystèmes | → aquatique
| → prairial
| → forestier

d2 I Ecosystèmes aquatiques continentaux
milieux → lotiques (eaux courantes)
| → lenticules (eaux calmes, stagnantes)
| → zones humides

facteurs écologiques essentiels :

- agit° de l'eau
- température
- oxygénation

- lumière → collon!
- nature du fond (substrat)
- composition chimique de l'eau
↑
on en tient moy compte car varie bcp de jour

A. Eaux courantes

difficultés → réseaux hydrographiques

↳ bassins versants → comment l'eau s'écoule

↳ il peut être superficiel ou non*, représente d'où vient l'eau
↳ dpt : du climat, du relief, de la végétation, des sols, de la roche

NB: il peut y avoir de la rétention, des effets retardés
(ex: des herbicides qui réapparaissent un an après...)

Vocabulaire des cours d'eau: lit mineur (qd pas bcp d'eau), lit majeur, espace de liberté (ds lequel la trajectoire exacte du lit mineur peut varier), bras morts ("branches à bœuf démolies"), apfluent, zone humide (très riche en diversité), ripisylve (forêts sur le bord)

Les cours d'eau ont été exploités par l'H, pr la circulat°, les cultures (zone fertile) L'H cherche aussi alors à contrôler les débordements (Brotteaux = marais)

→ Rorsqu'on tente de restaurer un paysage, c'est galère avec le béton.

d3 → les interactions des milieux aquatiques

Jeremy Rifkin → livre "Économie" qui parle de la gestion de l'énergie organ.

* si non → on considère les nappes

d9 → les 4 dimensions du cours d'eau

- 1 → amont/aval → longitudinale
- 2 → profondeur/surface des nappes → verticale
- 3 → trajectoire variable (selon l'espace de liberté...) → transversale
- 4 → dimension temporelle → temporelle

d10 → Zonation

La dimension amont/aval définit le cours d'eau

crénon: zone des sources, en hauteur, T° basses, productions minérales (érosion), peu de vie, productions de matériaux qui se déposent + bas

chithron: courants rapides (zone de)

potamon: zones de sédiment, T° plus élevées

→ en amont, la MO est surt exogène (feuilles, trucs qui tombent ds l'eau)

→ en aval, la MO est surt très autochtone (algues, vég...)

eutrophisat°: des ions (P et N) s'accumulent normal^{it}

distrophie = anormal, déséquilibré

oligotrophe → alim° faible

mésotrophe → moy

eutrophe → équilibrée

hypereutrophe → sur alim°

d15 → Réseau trophique

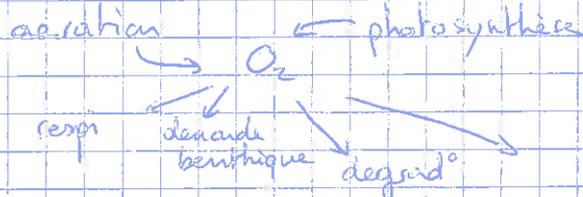
guilde → regroup^{nt} de différents organismes de m^{ême} FC (décomposeurs, prédateurs)

IBGN → indice biologique ~~normal~~ général normalisé

d17 → Cycle de l'oxygène

amont → oxygène de "brassage"

aval → oxygène de photosynthèse



d18 → Cycle de l'azote

d19 → Cycle du phosphore

d20 → Cycle de la chlorophylle
proxy

d22 → MO: physiologie d'eau courante naturelle (→ p.120 Atlas)

d26 → Biotin versant

B- Ecosystèmes d'eau stagnante

d 25 → différentes zones d'un lac

lac et étang se distinguent par profondeur

zone euphotique → pas de lumière passe

zone aphotique → la lumière ne passe plus

zone littorale → activité végétale et animale

zone limnétique → photosynthèse

zone profonde →

d 26 Température

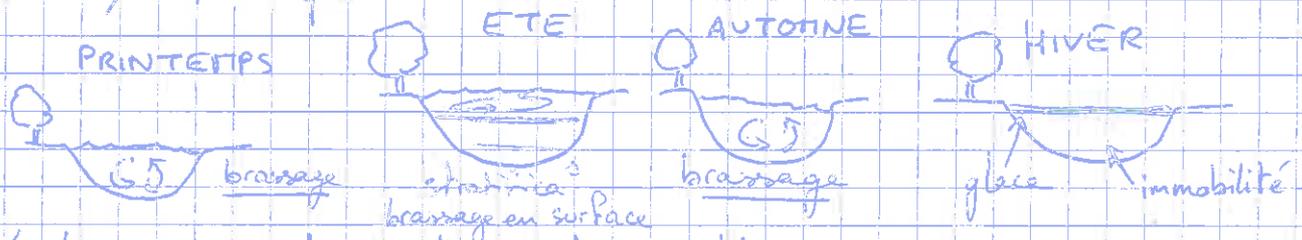
épilimnion → T° et O_2 élevés

↳ en dessous: thermocline → de 10 cm à mètres → T° et O_2 ↓ avec profondeur

↳ en dessous: hypolimnion → T° et O_2 bas

En zone limnétique, l'eau est \approx aérée → brassage saisonnier

d 27 Cycle thermique



Le brassage permet recyclage et aération

d 33 Cycle azote (etc avant)

d 35 Evol° naturelle des lacs

lac oligotrophe (jeune)

- peu de nutriments
- peu de minéraux
- oxygène
- product° primaire faible
- peu d'espèces
- "lac à salmonidés"
- eaux limpides

lac mésotrophe

- zone trophogène mince,
- de + en + de cadavres
- cons° O_2 par bactéries
- form° de vase
- eaux moins claires

lac eutrophe

- eaux très minéralisées
- productivité primaire forte
- peu d' O_2
- "lacs à cyprinidés"
- eau carrément troubles
- ↳ invasion par les plantes

→ la pollution par apport de M.O. → décomposition → C_2 donc ↓ consommation
↳ l'engrais donc ↑ productivité

Zones humides → Quelle différ. ac. Etrang.?

Considérées inutiles et effrayantes (Peux, follet, miasme, sorcière etc.) donc effacées.

Et comme d'hab, on s'est plantés parce que c'est utile → convention

d 38 Définition

Zone humide → terrain exploités ou non, habituel^{it} inondés ou

Scrub → hydrologie → zones
la végétation
↳ hydrologie des sols → voir Partie 2

d 40 Fonctions des zones humides

Les zones humides → alimentent les nappes
↳ Écrivent des eaux (écêtement des crues) → régulent les débits

d 41 Autres Fct. → biodiversité, enjeux socio-économiques (étangs piscicoles, littoral) valeurs paysag. et pléistocène, lieux d'activités de paysage et écosyst.

d 42 Types de zones humides J'AI FROID

d 43 Flux hydrique

d 44 Flux des minéraux

d 48 Bilan de Fct^{nt} de zone humide

La zone humide est puit, ensuite "zone de passage" et enfin source

$$Q = -4703$$

$$P = -70$$

Un exemple de relations biodiversité/milieu aqua/activité humaine

HES. SO → école suisse j'aimerais en savoir +

Les étangs ont été construits par les moines pour "les jours maigres" ou besoins de poisson

Étang → évéolage / axes
pêche → cultures