

COURS D'ÉCOLOGIE GÉNÉRALE

Destination du cours : les étudiants de G1 Agronomie

Volume horaire : 45 heures (30 heures de théorie et 15 heures de pratique)

Objectifs du cours : à la fin du cours, les étudiants seront capables de:

- définir les unités écologiques, les systèmes écologiques et les facteurs écologiques ;
- donner des exemples concrets des unités et systèmes écologiques ;
- expliquer les différentes interactions entre les organismes eux-mêmes et entre eux et leurs milieux ;
- inventorier une population, un peuplement et les facteurs du milieu ;
- lier les notions écologiques apprises au cours à l'agronomie.

Plan du cours:

Chapitre 1 : introduction

Chapitre 2 : étude de population

Chapitre 3 : étude de peuplement

Chapitre 4 : étude d'écosystème

Chapitre 5 : étude de biosphère.

Références bibliographiques

1/ Odum, E.P., 1970. Ecology, second edition. Oxford and IBH publishing co. PVT. New Delhi, Bombay Calcutta: 224p.

2/ Barbault, R., 1990. Ecologie générale: structure et fonctionnement de la biosphère. 2eme édition. Masson, Paris, Milon, Barcelone, Mexico: 269p.

3/ Barbault, R., 1981. Ecologie des populations et des peuplements. Masson, Paris: 200p.

4/ Duvigneaud, P., 1980. La synthèse écologique. Doin, Paris: 380p.

5/ Elton, C.S., 1927. Animal ecology. Siwick and Jackson, London.

6/ Lamotte, M. et Bourliere, F., 1978. Problèmes d'écologie: écosystèmes terrestres, Masson, Paris :

7/ Dash, M.C.D., 1993. Fundamentals of ecology. Tata Mcgnawhill: 373p.

8/ Pomeroy, D. et Service, M.W., 1986. Tropical Ecology. Longman Scientific and Technical: 234p.

9/ Dansereau, P., 2006. <http://agora.qc.ca/reftext.nsf/Documents/Ecologie>

I. INTRODUCTION

- L'écologie est une science qui étudie les relations réciproques entre les organismes vivants eux-mêmes et entre eux et leurs milieux (environnements).
- Elle a été créée en 1866 par l'allemand **Ernest Haeckel**
- l'écologie moderne a été en 1950 par quatre fondateurs, à savoir : deux anglais (Tansley et Elton), un américain (Odum) et un australien (Andrewartha)
- ses cibles sont les **unités écologiques** (la population, le peuplement, la biocénose et la biocénose totale) et les **systèmes écologiques** (Système population ou démo-système, Système peuplement, Système biocénose ou écosystème et Système biocénose totale ou biosphère.
- Les unités écologiques sont des niveaux d'organisations des êtres vivants supérieurs à l'organisme et ayant les tailles et les complexités différentes les uns des autres.
- Les systèmes écologiques sont des associations des unités écologiques avec leurs environnements respectifs.

RECHERCHES PERSONNELLES

Niveaux d'organisation des êtres vivants
Grandes parties de l'écologie
Lois écologiques

Modèles ecologiques

II. POPULATION

Définition

- La population est un ensemble des individus appartenant à une même espèce et vivant à un lieu donné pendant une période de temps bien déterminée.

Exemples des populations

Populations végétales:

- les plants de haricot (Phaseolus vulgaris) dans un champ pendant la saison culturale (septembre – décembre 2007).



- Les plants de maïs (Zea mays) dans un champ pendant la saison culturale (septembre – décembre 2007)
- Les plantes de manioc (Manihota esculatum) dans un champ pendant la saison culturale (septembre 2012 -2013)..

Populations animales :

- le troupeau de chèvre (Capra domestica) dans une ferme pendant l'élevage de 2006.



- Le troupeau de vache (Bos taurus) dans un pâturage pendant le gardiennage de 14 h à 18 h.
- Les étudiants de G1 Agronomie dans l'auditoire pendant les heures de cours (le nom de l'espèce humaine est Homo sapiens)

Structure de population

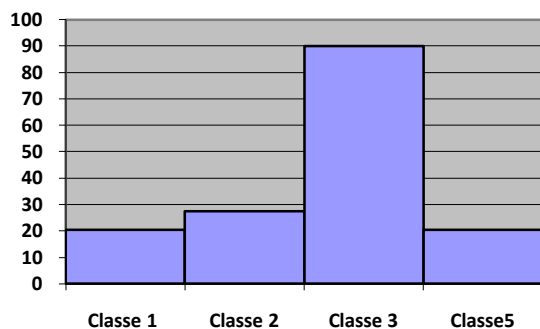
- L'ensemble des variables d'état caractérisant une population à un moment donné.

Variables d'état d'une population :

- **l'effectif** : le nombre d'individus qui composent la population; il peut être brut ou moyen (Cfr. TD1)

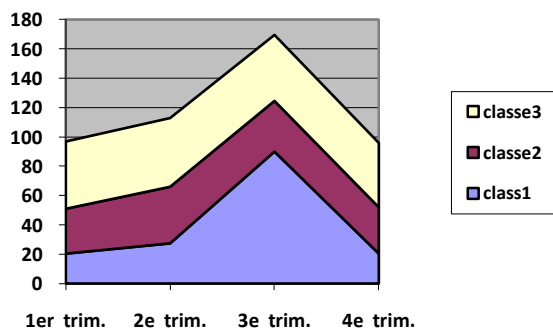
- **la densité** : il existe deux types ; densité absolue ou relative: densité absolue est le nombre d'individus par unité de surface ou de volume considérés ; si cette us. est celle du matériel utilise ou de la parcelle considérée, on parle de la densité brute ; si elle est celle internationalement acceptée (m^2 ou cm^3), on parle de la densité nette ou densité écologique; densité relative est le nombre d'individus par une unité autre que la surface ou le volume (ex. le temps).
- **la biomasse** : le poids des individus, frais ou séchés à 90 -105 °C, de cette population par unité de surface ou de volume ou de temps de récolte; quand le pois est frais, on parle de la biomasse fraîche et quand il est sec, de la biomasse sèche; pour établir la biomasse d'une population, on fait la somme des biomasses de toutes les classes d'âge et non la moyenne.
- **la structure d'âge**: la distribution des individus de cette population en fonction des classes d'âge fixées arbitrairement ou en tenant compte de certains critères (la reproduction par exemple); il existe 3 modes de son expression: l'histogramme, les courbes et la pyramide.

Histogramme



L'histogramme est un graphique dans lequel l'effectif est porté en ordonnée et l'âge en abscisse.

Courbes



Les courbes forment un graphique dans lequel les effectifs de différentes classes d'âge sont portés en ordonnée et les dates d'échantillonnage sont en abscisse. En reliant les différents points, on a des strates séparées de différentes courbes.

Pyramide



La pyramide est un graphique dans lequel les effectifs de différentes classes d'âge sont séparés en fonction des sexes et sont portés en abscisse et les différentes classes d'âge en ordonnée.

✓ Formes et types de pyramide

La présente a la forme de cloche (type stable): il y a relativement un nombre égal d'individus dans tous les groupes (pré-reproducteurs, reproducteurs et post-reproducteurs)

Les autres formes sont:

Pyramide à la forme d'un triangle: (type explosif): est une pyramide où il y a un nombre plus élevé d'individus pré-reproducteurs que ceux des autres groupes (reproducteurs, post-reproducteurs) ;

pyramide a la forme d'une urne (type décroissant): pyramide dans laquelle il y a un plus petit nombre d'individus pré-reproducteurs que ceux des autres groupes (reproducteurs, post-reproducteurs)

- **la fréquence:** le degré de présence des individus de la population sur le terrain d'étude; Il existe deux types de fréquence, à savoir :

- **la fréquence quantitative** et
- **la fréquence qualitative.**

1. Fréquence quantitative

La fréquence quantitative est une fréquence obtenue sur une population étudiée par une méthode quantitative (ex : méthode de quadrat : méthode qui utilise le quadrat comme engin de récolte des individus de la population considérée; pour rappel, un quadrat est un cadre carré de dimensions bien déterminées).

Lorsque c'est la méthode de quadrat qui est suivie, la fréquence est donnée par la formule suivante :

$$F \text{ (en \%)} = \frac{\text{Nombre de quadrats où les individus sont présents} \times 100}{\text{Nombre de tous les quadrats réalisés}}$$

Le résultat obtenu à partir de cette formule est confronté à une échelle à 3 degrés pour catégoriser la population :

- Si F est inférieur à 25%, la population est **accidentelle**
- Si F est compris entre 25% et 50%, la population est **accessoire**.
- Si F est supérieur à 50%, la population est **constante**. C'est donc cette population qui est caractéristique du milieu considéré.

2. Fréquence qualitative

La fréquence qualitative est une fréquence obtenue sur une population étudiée par une méthode qualitative (ex : méthode à temps de récolte).

Il n'existe pas encore de formule pour son calcul.

Elle est plutôt estimée en utilisant une échelle d'approximation à 5 degrés :

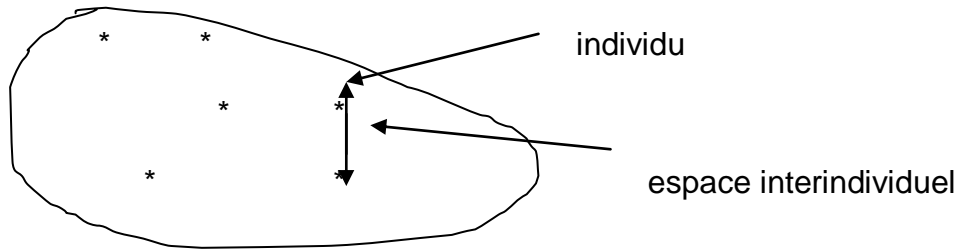
- Si on a 1 individu, la population est **rare**
- Si on a 2 individus, la population est **peu abondante**
- Si on a 3 individus, la population est **moyennement abondante**
- Si on a 4 individus, la population est **abondante**
- Si on a 5 individus, la population est **très abondante**

➤ **La répartition spatiale:** la distribution des individus de cette population dans la zone occupée par elle; Il existe trois types de répartition spatiale (qui dépendent des conditions environnementales et de mode de vie des organismes).

- répartition **aléatoire** (ou hasard)
- répartition **uniforme** et
- répartition **agrégative**.

1. Répartition aléatoire (ou au hasard)

Exemple :



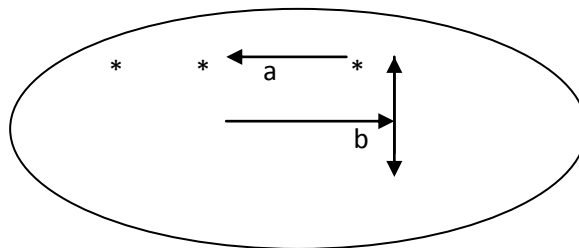
La répartition aléatoire est une répartition spatiale dans laquelle les individus de la population sont placés au hasard sur le terrain.

Autrement dit, dans cette répartition, l'espacement interindividuel est très variable.

Cette répartition spatiale est rare en milieu naturel. Elle se produit lorsque le milieu est homogène (milieu avec les mêmes constituants partout). Elle suggère que les individus sont indifférents de leur milieu (ce qui est généralement rare en milieu naturel).

2. Répartition uniforme

Exemple



$$a = b$$

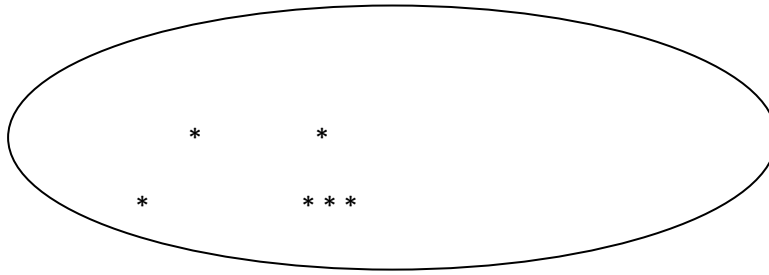
La répartition uniforme est une répartition spatiale dans laquelle les individus sont placés de façon uniforme sur le terrain.

Autrement dit, l'espacement interindividuel est constant.

Cette répartition spatiale se produit lorsque le milieu est homogène. Elle est moyennement observée dans la nature. Elle suggère deux choses :

- Soit la compétition intra-spécifique est sévère, ce qui dispose les individus à distances égales.
- Soit il existe un antagonisme positif entre individus, ce qui fait que les individus s'attirent ou se repoussent avec les mêmes forces.

3. Répartition agrégative



La répartition agrégative de la population est une répartition spatiale dans laquelle les individus sont regroupés de façon à former des agrégats (petits paquets) sur le terrain.

Autrement dit, l'espace interindividuel est hétérogène (variable).

Cette répartition spatiale se produit lorsque le milieu est hétérogène. Elle est fréquente en milieu naturel (ceci est vrai d'autant plus que le milieu naturel est souvent hétérogène). Elle suggère plusieurs choses :

- soit les individus sont regroupés à cause de la reproduction,
- soit ils sont regroupés à cause de la nutrition,
- soit ils sont regroupés à cause de la défense du territoire,
- soit ils sont regroupés à cause de la vie communautaire (cas des populations coloniales ou grégaires).

✓ **Méthodes d'évaluation**

Lorsque l'échantillonnage est réalisé par la méthode de quadrat, la répartition spatiale est évaluée de la manière suivante :

- On fait 6 relevés dans le milieu choisi en utilisant un cadre de dimension bien connue (0,25 x 0,25 m², 0,50 x 0,50 m², etc...).
- On calcule la densité brute moyenne (m) et la variance correspondante (s^2).
- On compare les deux (m et s^2) :
- Si on a $m > s^2$, la répartition est aléatoire,
- Si on a $m = s^2$, la répartition est uniforme et
- Si on a $m < s^2$, la répartition est agrégative.

➤ **La structure génétique:** un ensemble des caractéristiques génétiques qui permettent de donner l'état génétique de la population. Ces caractéristiques sont:

- le polymorphisme génétique
- les variations génétiques
- la constance des génotypes et des allèles
- la consanguinité
- la sélection

- l'adaptation et
- l'évolution.

1. Polymorphisme génétique

Le polymorphisme génétique d'une population est la diversité des phénotypes existant dans celle-ci et qui sont dépendants de leurs génotypes.

Il concerne plus particulièrement les caractères tels que la taille, le poids, la couleur, la vitesse de croissance, la résistance aux maladies, etc....

.Il est lié aux génotypes et environnement qui peut moduler les deux (polymorphisme et génotype).

Les génotypes sont liés aux gènes polymorphes (gènes constitués des deux ou plusieurs allèles, dominants, récessifs ou co-dominants qui sont au niveau des chromosomes).

La fréquence des gènes varie d'une espèce à l'autre.

NEVIS (1978) a donné les valeurs de cette fréquence pour les animaux et végétaux.

Elles sont les suivantes : 0,17 pour les vertébrés, 0,26 pour les plantes et 0,40 pour les invertébrés.

2. Variations génétiques

Les variations génétiques d'une population sont des anomalies génétiques qui peuvent exister dans une population ou qui peuvent y apparaître à un moment donné.

Ces anomalies se manifestent au niveau des phénotypes des individus de la population.

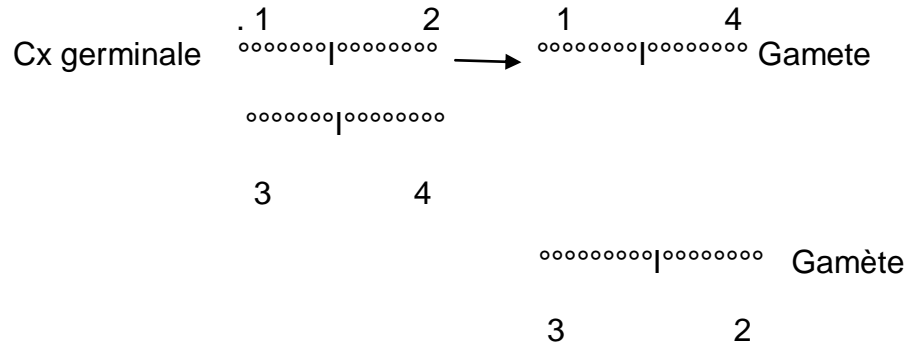
Les anomalies sont localisées dans leurs génotypes sur les chromosomes.

Les causes de ces anomalies sont des deux sortes, à savoir :

- les phénomènes génétiques et
- les phénomènes naturels.

Comme **phénomènes génétiques**, on peut citer :

- le crossing-over lors des recombinaisons génétiques au cours de la reproduction et la formation des gamètes chez les eucaryotes (crossing-over= séparation des chromosomes avec changement de leurs fragments)



- Les mutations (altérations) ponctuelles ou permanentes (ex : polyploïdie, inversion, translocation, fission des chromosomes) produits par des facteurs exogènes à la population (ex : facteurs physiques, chimiques)

Comme **phénomènes naturels**, on peut citer :

- l'immigration (entrée des individus extérieurs dans la population et qui amènent des gènes malades dans cette population).
- Le transfert des matériels génétiques d'une espèce à l'autre grâce aux bactériophages et plasmides qui peuvent transporter des fragments des chromosomes (bactériophage= un virus qui tue des bactéries ; plasmide= petit fragment d'ADN)

3. Constance des génotypes et des allèles

La constance des génotypes et des allèles est une loi génétique appelée « loi d'Hardy et Weinberg, 1908) qui régit la fréquence des génotypes et des allèles dans une population donnée.

Elle s'applique à certaines populations (ex : populations naturelles le plus souvent).

La loi stipule que dans une population panmictique (population où le croisement se fait au hasard), à effectif élevé et ne présentant ni sélection, ni mutation, la fréquence des génotypes et des allèles est constante.

Selon cette loi, **la fréquence des génotypes** est calculée par la formule suivante :

$$(p+q)^2 = p^2 + q^2 + 2pq$$

où

p = la fréquence du génotype pure de l'un des parents (AA par exemple).

q = la fréquence du génotype de l'autre parent (aa, par exemple)

$2pq$ = la fréquence du génotype issu du croisement de ces parents (Aa)

A et a sont des allèles : A = allèle dominant, a = allèle récessif.

Fréquences des allèles: $\frac{1}{2}$ pour A et $\frac{1}{2}$ pour a

Dans un croisement Aa x Aa, on a en principe : $\frac{1}{4}$ d'AA, $\frac{1}{4}$ d'aa et $\frac{1}{2}$ d'Aa.

Les facteurs qui modifient l'application de la loi d'Hardy-Weinberg dans une population sont les suivantes :

- la dérive génétique : une variation de la fréquence d'un allèle par simple hasard lorsque la population est limitée (effectif faible).
- Le croisement sur base des choix (préférence entre les individus à se croiser).
- Les phénomènes de sélection, mutation, flux génétique tels que l'immigration sélective, l'immigration des individus génétiquement différents affectant la fréquence des allèles et des génotypes.

4. Consanguinité

La consanguinité est un croisement entre les individus génétiquement proches.

Autrement dit, c'est un croisement entre cousins.

La consanguinité peut se produire dans une population naturelle.

Les causes de la consanguinité sont les suivantes :

- les critères de choix entre les individus qui doivent se croiser.
- La capacité de dispersions des individus limitée : ceci augmente la chance d'appariement entre les individus génétiquement proches qu'entre les individus génétiquement éloignés.
- Le nombre d'individus de la population faible.

L'effet principal de la consanguinité sur la population est le suivant :

- la diminution des proportions des génotypes des hybrides (hétérozygotes : au lieu de $\frac{1}{2}$, on a des valeurs moindres).

La recherche de l'existence éventuelle d'une consanguinité dans une population se fait en calculant le coefficient de consanguinité.

Ce coefficient est donné par la formule suivante :

$$F = \frac{H_o - H_e}{H_o}$$

où

H_o = la fréquence des hétérozygotes (Aa) attendue dans le cadre de la loi d'Hardy-Weinberg.

Donc $H_o = 2pq$ ou $\frac{1}{2}$ de la population.

H_e = la fréquence des hétérozygotes (Aa) observée sur terrain.

Dans le cas d'une consanguinité, H_e est différent de H_o .

En principe, on a deux valeurs de F.

- Si $F = 0$, la consanguinité n'existe pas dans la population ; la population est donc panmictique (dans ce cas, $H_e = H_o$).
- Si $F \neq 0$, la consanguinité existe dans la population ; la population est donc subdivisée en groupes sociaux ; les hétérozygotes observés sont rares.

5. Sélection

La sélection est une discrimination au niveau des génotypes et des phénotypes correspondants en favorisant ceux qui concordent avec les conditions du milieu dans lequel vit la population et en masquant ceux qui ne se concordent pas.

Les facteurs qui causent la sélection dans une population sont généralement les contraintes qui sont présentes dans le milieu et qui affectent les individus de la population.

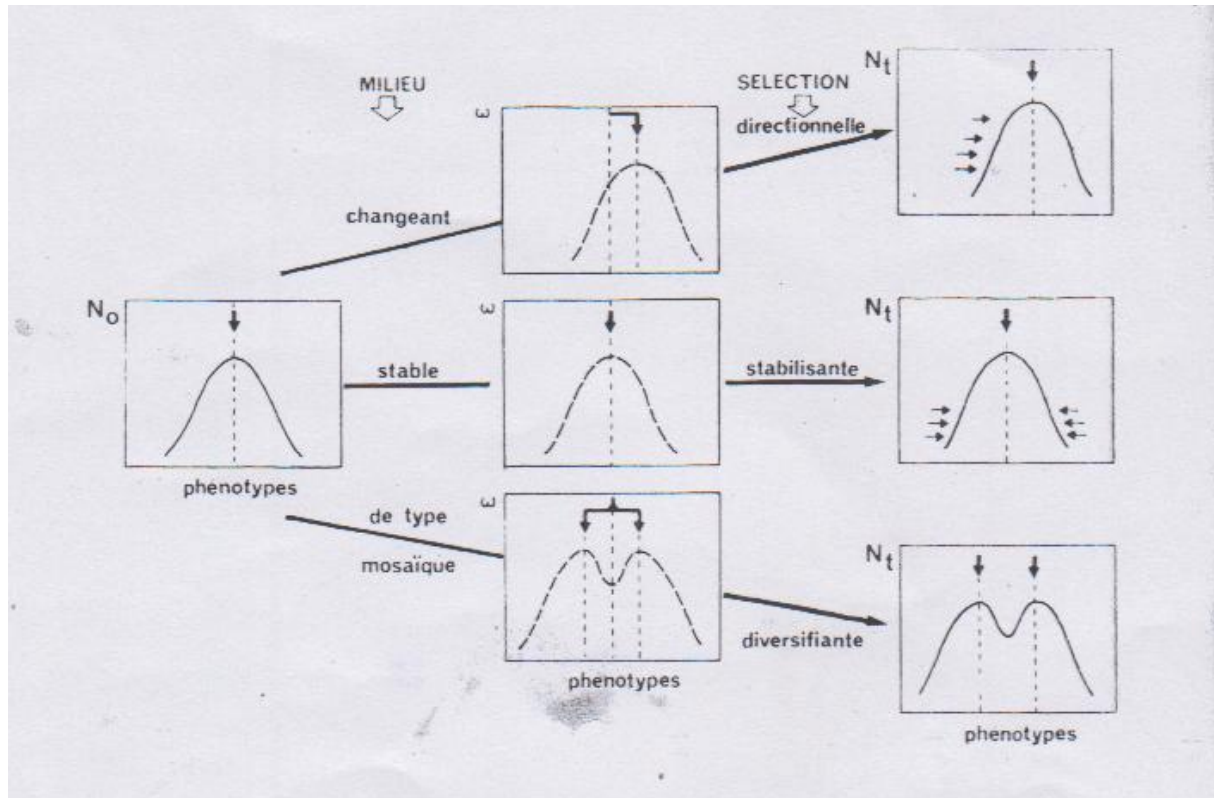
Ces facteurs sont de trois types, à savoir :

- les facteurs naturels,
- les facteurs artificiels et
- les facteurs accidentels.

Il existe trois types de sélection d'une population, à savoir :

- la sélection stabilisante (conservatrice)
- la sélection directionnelle et
- la sélection diversifiante.

Ces trois types de sélection se distinguent les uns les autres selon les conditions environnementales aux quelles est soumise la population.



1/ La sélection stabilisante : est une sélection qui stabilise le pool génétique de la population (pool génétique est l'ensemble de tous les génotypes de la population).

Elle ne déplace pas le phénotype modal (phénotype en équilibre avec le génotype et le milieu).

Elle s'opère en milieu stable.

2/ La sélection directionnelle : est une sélection qui déplace le phénotype modal après avoir modifié le pool génétique. Elle s'opère en milieu changeant.

3/ La sélection diversifiante : est une sélection qui crée plusieurs phénotypes modaux distincts nouveaux. Elle s'opère en milieu mosaïque (milieu résultant d'un changement important).

6. Adaptation

L'adaptation d'une population est une forme d'équilibre entre les génotypes, phénotypes de la population et les éléments de l'environnement.

Les effets de l'adaptation de la population sont d'assurer la persistance de la population dans les conditions environnementales données.

7. Evolution

L'évolution d'une population est une continuation de l'adaptation de la population en la rendant optimale par la variabilité génétique et la sélection naturelle.

- **L'organisation sociale** (sex – ratio ou rapport des sexes): le rapport du nombre de mâles sur le nombre de femelles de cette population; La formule qui donne cette organisation est la suivante.

Sex-ratio = nombre de mâles / nombre de femelles
--

Les variations de sex-ratio sont fonction des nombres de mâles et femelles qui composent la population.

Généralement, ce rapport inférieur à un : cela signifie que dans une population naturelle, il y a plus des femelles que des mâles.

Cela se comprend car les mâles produisent plus des gamètes que les femelles.

Autrement dit, un mâle peut féconder plusieurs femelles, ce qui n'est pas le cas pour la femelle.

D'où, par la sélection naturelle, le nombre de mâles est faible et celui de femelles est élevé.

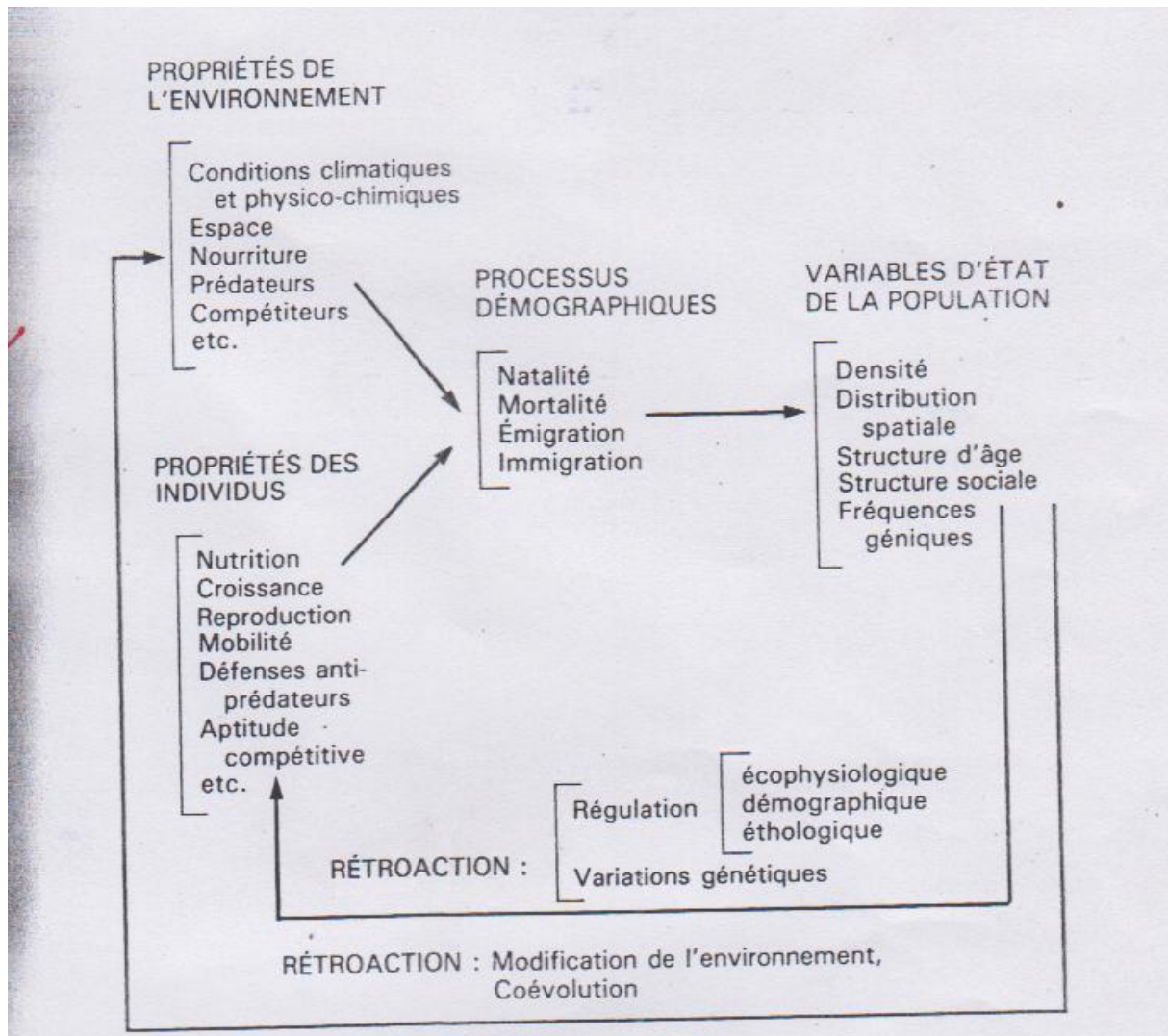
Lorsque le sex-ratio est égal à 1 ou supérieur à 1, il y a anomalies dans la population.

Les causes de variations de sex-ratio sont les suivantes :

- la structure génétique (croisements favorisant les mâles)
- les processus naturels de mortalité ou de natalités sélectives (en faveur des mâles)
- les processus artificiels (risques de reproduction, infanticide féminin)

Toutes ces variables d'état, notamment, l'effectif, sont affectées par les processus démographiques

Facteurs en action



• Facteurs affectant les variables d'état : Processus démographiques

- la natalité = nombre de naissances (n) ; un processus de recrutement
- la mortalité = nombre de décès (m) ; un processus de disparition
- l'émigration = nombre de départs (e) ; un processus de disparition
- l'immigration = nombre d'entrants (i), un processus de recrutement

Ces processus sont phénomènes naturels et liés à l'effectif, via la formule suivante:

$$N = i + n - m - e$$

Ils sont à leurs tours affectés par les propriétés de la population et les propriétés de l'environnement.

- **Facteurs affectant les processus démographiques : Propriétés de la population et de l'environnement**

a. **Propriétés des individus de la population**

- **La communication entre les individus d'une population** : peut se faire par plusieurs voies : la parole, les cris, les signaux chimiques (phéromones), etc....
- **La nutrition des individus**: peut également se faire par plusieurs modes : la phytophagie (herbivorisme), la zoophagie (prédation stricte), le parasitisme, l'omniphagie (omnivorisme).
- **La reproduction des individus**: peut se faire par plusieurs voies :
 - l'appariement sexué,
 - la scissiparité
 - le bourgeonnement
 - l'émission des gamètes
- **La défense du territoire contre les prédateurs**: peut se faire par plusieurs voies :
 - les bagarres
 - les morsures
 - les produits chimiques,
 - les développements des appendices.

Cette défense s'opère individuellement ou collectivement.

- **La compétition (ou concurrence) entre les individus d'une population** ; peut se faire par deux voies :
 - les actions directes : bagarres, produits chimiques,
 - les actions indirectes: exploitation des ressources du milieu.

- **La coopération entre les individus de la population:** peut se faire par leur regroupement et par leur communication, et cela pour l'exploitation meilleure des ressources du milieu.
- **La transmission des maladies et des parasites entre les individus de la population:** peut se faire par les voies suivantes :
 - les contacts directs entre les individus,
 - l'intermédiaire d'un hôte (hôte intermédiaire) ou d'un vecteur
 - l'air.
 -

b. Propriétés de l'environnement de la population

- Les facteurs abiotiques (facteurs non-vivants ; facteurs climatiques et physico-chimiques) et
- Les facteurs biotiques (facteurs vivants, ennemis, coopérateurs, congénères).

Les propriétés sont affectées par les rétroactions des variables d'état..

- **Facteurs affectant les propriétés : Rétroactions des variables d'état.**

Rétroactions sur les propriétés de l'environnement.

- Modification de l'environnement : dégradation de l'environnement par les effets de la densité
- Coévolution: évolution équilibrée de la population et de l'environnement (cas d'une densité respectant le seuil établi par la capacité de charge, K)

Rétroactions sur les propriétés des individus

- La régulation: modification éco physiologique, démographique et éthologique par les effets de la densité);
- Les variations génétiques : modifications génétiques par les effets perdurants de la densité et permettant l'action de la sélection naturelle.

Dynamique de population

- La dynamique de population est la variation de l'effectif de cette population en fonction du temps, pouvant se présenter sous diverses cinétiques.

Variables-clés

- **L'effectif** : nombre d'individus qui composent la population ; N ; il ne reste pas constant en fonction du temps ; il peut croître, se stabiliser, fluctuer et diminuer jusqu'à l'extinction en fonction du temps et des conditions environnementales. Il peut être initial (N_{t-1} ou N_0) ou final (N_t) ou encore moyen ($\frac{N_{t-1} + N_t}{2}$)
- **Le r** : le premier allié dans la dynamique : le taux de croissance individuelle (croissance par tête), appelé aussi taux intrinsèque d'accroissement individuel (potentiel d'augmentation des individus en nombre. Il est calculé à l'aide de la formule suivante :

$$\frac{N_t - N_{t-1}}{N_{t-1}}$$

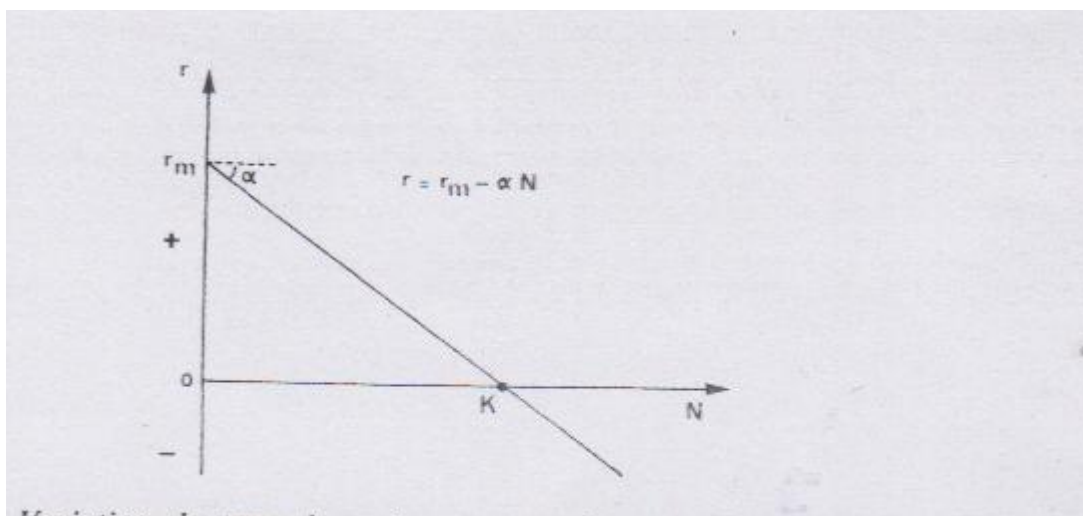
Où

N_t est l'effectif au temps actuel (effectif final)

N_{t-1} , l'effectif initial (effectif au temps 0).

- Le **K** : capacité de charge ; effectif maximal ; effectif que la population ne peut pas dépasser dans les conditions d'espace et de nourriture du milieu données.

Il existe une relation linéaire hypothétique entre r et N



Cinétiques dans la dynamique de population

Il existe plusieurs phases de la dynamique, à savoir :

- la croissance (logistique ou exponentielle)
- la stabilisation
- la fluctuation
- la décroissance
- l'augmentation (lente ou exponentielle).

- **La croissance:** l'augmentation de l'effectif de la manière exponentielle ou logistique. Il existe donc deux types de croissance, à savoir :

- la croissance exponentielle et
- la croissance logistique.

1..Croissance exponentielle

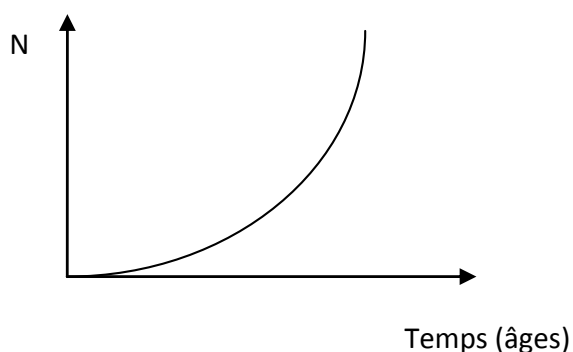
La croissance exponentielle est une croissance caractérisée par une augmentation exponentielle de l'effectif en fonction du temps.

Elle est rare en milieu naturel.

Elle a lieu en conditions illimitées en espace et en nourriture, ce qui est rare dans les milieux naturels.

Elle peut se produire en phase de colonisation du milieu par la population, quand l'effectif est faible, l'espace et la nourriture sont encore suffisamment disponibles pour accueillir des individus supplémentaires.

Elle est représentée graphiquement par une courbe en « J » d'où son appellation de «croissance en J».



Elle est exprimée mathématiquement par la formule différentielle de Lotka et Volterra (1927)

$$\frac{Dn}{DT} = rN$$

où

r = est le taux intrinsèque d'accroissement individuel et

N = est l'effectif de la population considérée.

2..Croissance logistique

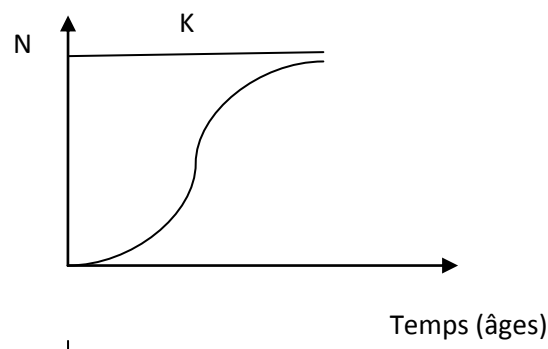
La croissance logistique est une croissance caractérisée par trois phases :

- Une phase initiale de progression lente de l'effectif en fonction du temps
- Une phase intermédiaire de progression exponentielle de l'effectif en fonction du temps, comme dans la croissance précédente.
- Une phase finale de diminution lente et de stabilisation de l'effectif en fonction du temps au niveau d'une valeur moyenne K et cela à cause des effets de la compétition intra spécifique.

K est donc un effectif que la population ne peut pas dépasser; il est appelé « capacité de charge ou effectif limite ».

La croissance logistique est fréquente dans la nature.

Elle est représentée graphiquement par la courbe en « S » ou courbe sigmoïdale, d'où son appellation de croissance sigmoïdale.



Elle est exprimée mathématiquement par la formule de Verlhust (1936) :

$$\frac{dN}{dt} r_m N \left(\frac{K-N}{K} \right)$$

où

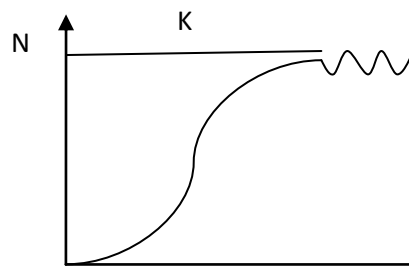
r_m est le taux d'accroissement individuel maximal,

N est l'effectif actuel de la population,

K est la capacité de charge,

$\left(\frac{K-N}{K} \right)$ est un facteur qui représente la contrainte du milieu imposée à la population ; il représente donc les effets de la compétition intra spécifique sur la population.

- **La Stabilisation:** une oscillation de faible amplitude de l'effectif de cette population autour de la valeur moyenne d'équilibre « K ».



Il existe deux types de mécanismes qui stabilisent l'effectif de la population, à savoir :

- **les mécanismes internes** et
- **les mécanismes externes.**

1.. Mécanismes internes

Les mécanismes internes sont des mécanismes dépendant de la densité de la population et sont représentés par les effets de la compétition intra spécifique.

Cette dernière peut agir seule ou en association avec d'autres processus biologiques tels que la prédation, le parasitisme, etc.

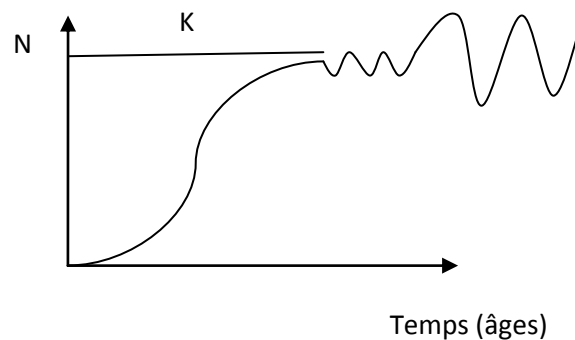
2.. Mécanismes externes

Les mécanismes externes sont des mécanismes non dépendant de la densité de la population (sont donc externes à la population) et sont représentés par les actions

des facteurs climatiques, des facteurs biotiques tels que la prédation, le parasitisme, et des facteurs chimiques (ex : les composés chimiques), etc.

Généralement, les facteurs biotiques sont des agents de lutte contre la population.

- **La Fluctuation:** l'oscillation de grandes amplitudes de l'effectif de cette population autour de la valeur moyenne d'équilibre en fonction du temps. Elle est une variation prévisible.



Il existe trois types de fluctuation, à savoir :

- la fluctuation saisonnière,
- la fluctuation annuelle et
- la fluctuation séculaire.

1/Fluctuation saisonnière

La fluctuation saisonnière est une fluctuation qui se produit en fonction des saisons.

2/Fluctuation annuelle

La fluctuation annuelle est une fluctuation qui se produit après chaque année.

3/Fluctuation séculaire

La fluctuation séculaire est une fluctuation qui se produit après plusieurs années consécutives.

Il existe deux types de mécanismes de fluctuation de la population, à savoir :

- les **mécanismes intrinsèques (internes)** et
- les **mécanismes extrinsèques (externes)**.

1/ Mécanismes intrinsèques

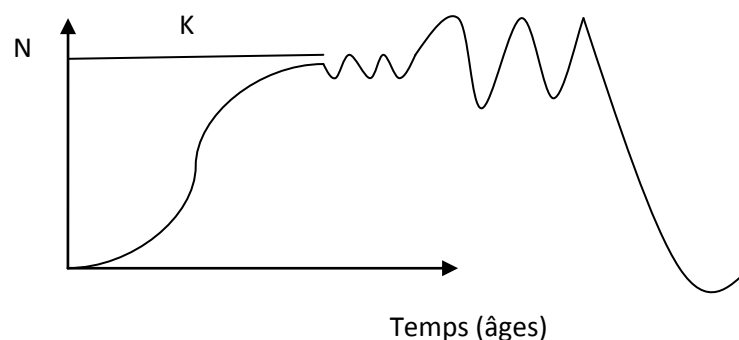
Les mécanismes intrinsèques sont des mécanismes internes à la population et sont représentés par les actions de la compétition intra spécifique.

2/ Mécanismes extrinsèques

Les mécanismes extrinsèques sont des mécanismes externes à la population.

Ils sont représentés par les actions exogènes tels que les parasites, les prédateurs, les variations des ressources, la compétition interspécifique, les facteurs climatiques dont la température, l'humidité et la pluviosité.

- **La Décroissance** : diminution d'effectif de la population en fonction du temps; Elle peut aboutir à l'extinction de la population si les mesures nécessaires ne sont pas prises ou les conditions naturelles du milieu ne s'améliorent pas.



Il existe des facteurs causant la décroissance de la population.

Il s'agit de :

- transformation des milieux soit naturellement par le fait de feed back (rétroaction) de la population sur l'environnement, soit artificiellement

par le fait de déboisement, des techniques inadaptées, du morcellement du milieu, bref par les activités humaines.

- Isolement et la petitesse des milieux habitables par la population : c'est le cas, par exemple, de petites îles.
- interactions compétitives intra spécifiques élevées.
- phénomènes historiques des extinctions des organismes.
- exploitation abusive de la population pour sa valeur scientifique, sa chair, ses trophées et autres valeurs.

Compétition intra spécifique

Définition

La compétition intra spécifique est une concurrence entre les individus de la même espèce (donc la même population) pour les ressources disponibles lorsque leur effectif (ou densité) augmente sensiblement.

Types de ressources mettant les individus en concurrence

Il existe trois types de ressources à concurrence, à savoir :

- **les ressources sporadiques**
- **les ressources spatiales**
- **les ressources sexuelles.**

- **Ressources sporadiques**

Les ressources sporadiques sont des ressources qui se présentent occasionnellement dans le milieu de la population.
Exemples : l'eau, la nourriture, les éléments minéraux et organiques, la lumière, etc.

- **Ressources spatiales**

Les ressources spatiales sont les sites de ponte, les abris, les sites de nidification.

- **Ressources sexuelles**

Les ressources sexuelles sont les partenaires sexuels.

Exemples: les femelles, les mâles.

Mécanismes de la compétition

Il existe deux mécanismes de la compétition intra spécifique, à savoir :

- **les actions directes** et
- **les actions indirectes** entre les concurrents (compétiteurs).

- **Actions directes**

Les actions directes sont des mécanismes selon lesquels il y a bagarres entre les concurrents, la sécrétion des substances chimiques par un partenaire vers l'autre partenaire, etc.

L'action d'un concurrent touche l'autre concurrent : on parle alors d'interférence entre les concurrents.

- **Actions indirectes**

Les actions indirectes sont des mécanismes sans interférence entre les concurrents.

Elles sont basées sur l'exploitation des ressources communes sans que les concurrents se touchent directement.

Types de compétition intra spécifique

Il existe deux types de compétition intra spécifique, à savoir :

- **la compétition dure** et
- **la compétition douce.**

- **Compétition dure**

La compétition dure est une compétition basée sur le mécanisme d'action directe.

- **Compétition douce**

La compétition douce est une compétition basée sur le mécanisme d'action indirecte.

Effets de la compétition intra spécifique sur les individus de la population.

La compétition intra spécifique a des effets multiples sur la même population.

Ces effets sont les suivants :

- la mortalité élevée des individus ;
- l'affaiblissement physiologique des individus ;
- le ralentissement de la croissance linéaire (en taille) et pondérale (en poids) des individus.
- La diminution de la fécondité, longévité, etc.
- Les modifications comportementales (émigration élevée).
- Les modifications génétiques (natalité sélective, émigration sélective).

Les effets ainsi énumérés, peuvent être repartis en trois groupes, à savoir :

- les effets physiologiques
- les effets comportementaux et
- les effets génétiques.

Ces effets n'agissent pas simultanément dans une compétition intra spécifique.

Mais, ils agissent en ordre successif : effets physiologiques – effets comportementaux – effets génétiques suivant l'évolution de la compétition intra spécifique.

Facteur causant la compétition intra spécifique

- Le seul facteur causant la compétition intra spécifique connu jusqu'à présent est l'augmentation de l'effectif (ou densité) de la population.
- Il est donc considéré comme une condition sine qua none pour la réalisation de ce processus biologique.

Effets sur l'environnement

- Dégradation de l'environnement
- Transmission des maladies.

Conséquence sur la population

- diminution de l'effectif à un seuil acceptable

Stratégies biodémographiques de la population

Définition

Les stratégies biodémographiques sont des tactiques biologiques et démographiques que les populations utilisent pour assurer leurs adaptations dans un environnement donné.

Causes

- les contraintes imposées à la population par l'environnement.

Autrement dit, les contraintes du milieu sont des problèmes posés à la population et auxquels la population résout en présentant la stratégie biodémographique bien déterminée.

Signification biologique

- Les stratégies biodémographiques sont des réponses que la population donne aux problèmes posés par l'environnement (Ces problèmes sont les contraintes).

Caractères génétiques mis en jeu

- les caractères morphologiques,
- les caractères physiologiques
- les caractères éthologiques,
- les caractères écologiques,
- les caractères démographiques.

Ces caractères génétiques (géniques) sont **interdépendants** et **sélectionnés** par la nature.

Types de sélection impliquée dans les stratégies

Il existe jusqu'à présent deux sélections qui sont à la base des stratégies biodémographiques.

Il s'agit de:

- **Sélection r** et
- **Sélection K.**

- **Sélection r**

- La sélection r est une sélection naturelle qui favorise :
 - ✓ **Une faible densité de la population** (une densité de loin inférieure à K) et
 - ✓ **Un taux de multiplication élevé** : taux d'accroissement maximum.
- C'est une sélection non-dépendante de la densité (non liée à la compétition intra spécifique).
- Elle s'exprime dans les conditions de milieu perturbées : milieu instable, climat imprévisible.
- Elle s'opère par une mortalité de type catastrophique entraînée par ces conditions du milieu.

- **Sélection K**

- La sélection K, par contre, est une sélection naturelle qui favorise :
 - **Une densité élevée de la population** (atteignant ou dépassant le K).
 - **Un taux de multiplication faible** : taux d'accroissement minimal.
- C'est donc une sélection dépendant de la densité.
- Elle s'exprime dans les conditions des milieux stables : milieu stable, climat prévisible.
- Elle s'opère par une mortalité faible entraînée par ces conditions du milieu

Types de stratégie biodémographique

Il existe deux types principaux de stratégie biodémographique :

- **la stratégie r et**
- **la stratégie K**

- **Stratégie r**

La stratégie r est une stratégie biodémographique qui s'appuie sur la sélection r.

- **Stratégie K**

La stratégie K, à son tour, est une stratégie biodémographique qui s'appuie sur la sélection K.

Caractéristiques des populations utilisant les deux types de stratégie

Les caractéristiques des populations impliquées dans les deux stratégies varient d'une stratégie à l'autre.

- **Cas des populations à stratégies r**

Les caractéristiques des populations à stratégie r sont les suivantes :

- la maturité sexuelle précoce,
- la vie adulte brève,
- la fécondité élevée,
- la densité variable, mais faible
- l'aptitude colonisatrice.

- **Cas des populations à stratégie K**

Les caractéristiques des populations à stratégie K sont les suivantes :

- la maturité sexuelle tardive,
- la vie adulte longue,
- la fécondité modérée,
- la densité élevée et
- l'aptitude compétitive.

Exemples des populations

Il existe des exemples des populations utilisant telle ou telle stratégie.

- **Exemple de population à stratégie r** : population de grenouilles vivant dans une mare temporaire.

Cette population sait que la mare n'a pas une longue durée de vie et peut avoir des effets climatiques et hydrologiques néfastes sur les individus.

Par conséquent, elle s'arrange pour la coloniser très vite, se reproduire précocement et en abondance. Dans la progéniture, il y a une grande mortalité des individus due aux conditions défavorables du milieu. Les individus ne vivent pas longtemps, les adultes sont de petite taille et la densité reste faible. Quand la mare va sécher, la population de grenouilles aura déjà accompli le cycle de vie.

- **Exemple de population à stratégie K** : population de poisson vivant dans un lac.

Milieu de la population

- Précisions des mots écologiques
- Facteurs du milieu de la population
- Diverses notions.

Précisions des mots écologiques

- **Le Milieu de la population** : le lieu où la population vit réellement, c'est-à-dire où elle remplit entièrement ses fonctions dont la croissance et la reproduction.

A ne pas donc confondre avec n'importe quel autre lieu.

- **Les Synonymes du milieu de la population :**

Il s'agit des mots suivants :

- **l'environnement**
- **l'habitat et**
- **le biotope.**

A vrai dire, ces trois mots sont des pseudos synonymes car ils n'ont pas les mêmes sens.

1. Environnement

L'environnement désigne le milieu de la population en considérant simplement son cadre général.

Il veut donc dire que le milieu de la population est le milieu terrestre ou le milieu aquatique, par exemples.

Il est vague par ce qu'il ne précise pas la localité ni la parcelle dans la localité où on peut trouver la population dans le cadre général.

De ce fait, il n'est pas souvent en écologie.

2. Habitat

Le mot habitat, quant à lui, désigne le milieu de la population en considérant la localité dans le cadre général.

Il veut dire, par exemple, le milieu de la population est la forêt de Kahuzi-Biega dans le milieu terrestre ou le lac Kivu dans le milieu aquatique

Mais, il reste aussi vague car il ne précise pas dans quelle parcelle dans cette forêt ou dans ce lac se trouve la population.

De ce fait, il est aussi rarement utilisé en écologie.

3. Biotope

Le mot biotope, enfin, désigne le milieu de la population en considérant la parcelle dans la localité du cadre général.

Il veut donc dire, par exemple, le milieu de la population est la clairière dans la forêt de Kahuzi-Biega ou le fond rocher dans le lac Kivu.

Il est donc précis par rapport aux deux précédents. C'est à cause de cette précision élevée qu'il est souvent utilisé en écologie pour désigner le milieu de la population.

D'ailleurs, il est dérivé des deux mots grecs, à savoir : *bios* qui signifie « vie » et *topis* qui signifie « maison ».

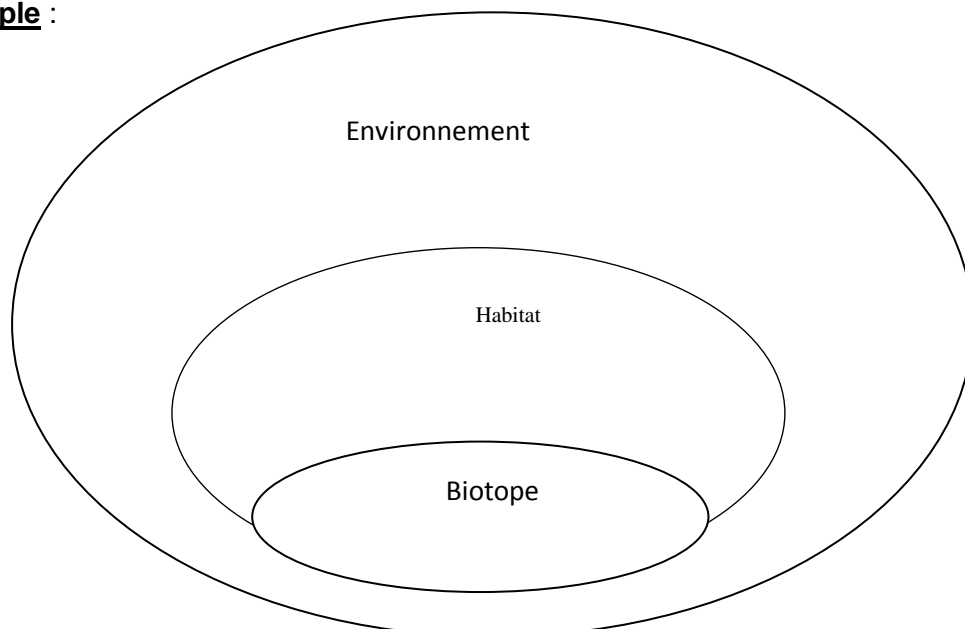
Autrement dit, il désigne la maison de la population.

En plus, il existe deux autres différences entre ces trois mots : il s'agit de différences au point de vue taille et au point de vue intégration.

Ainsi, au point de vue taille, le biotope est plus petit que l'habitat et l'habitat, plus petit que l'environnement.

Au point de vue intégration, le biotope est donc intégré dans l'habitat et l'habitat intégré dans l'environnement.

Par exemple :



Facteurs du milieu de la population

- **Définition** : un facteur du milieu de la population est tout élément présent dans le milieu de cette dernière et susceptible d'agir directement sur elle.
- **Synonymes** : **facteur écologique** et **facteur environnemental** de la population pour désigner le facteur du milieu de la population ; Il n'y a donc pas d'équivoque car ces trois termes sont des véritables synonymes; l'un peut être utilisé à la place de l'autre sans porter aucun préjudice à la population.
- **Principes d'action ; 2**
 - **Un facteur écologique n'agit jamais seul**, quelque soit le niveau d'organisation des êtres vivants, mais agit en connections avec d'autres facteurs qui, souvent, varient dans l'espace et dans le temps.
 - **L'impact des facteurs écologiques sur la population se situe à trois niveaux** dont :
 - ✓ L'aire de répartition biogéographique de la population : ainsi, une population peut être éliminée par un facteur d'une aire biogéographique ou être refusée de s'y installer quand il y a une incompatibilité entre lui et les exigences vitales de cette population.
 - ✓ La densité de la population : cela est possible à cause des modifications des taux de natalité-mortalité-fécondité, etc., bref, des modifications démographiques.
 - ✓ L'apparition de modifications adaptatives : cela implique des modifications de comportement, métabolisme, etc.

Types des facteurs du milieu de la population

L'écologie distingue deux grands types de facteur du milieu de la population, à savoir : **les facteurs abiotiques** et **les facteurs biotiques**.

- **Facteurs abiotiques** : Ce sont, en général, des facteurs sans vie (a= sans, bios=vie).

Ils sont mesurables par des méthodes qui leur sont propres et qui varient d'un facteur à un autre.

Ils sont sujets à plusieurs classifications dont les trois principalement connues sont les suivantes :

- La classification basée sur la nature physique ou chimique des facteurs,
- La classification basée sur la périodicité des facteurs et
- La classification basée sur l'influence des facteurs sur le climat.

Première classification

Selon celle-ci, on distingue les facteurs physiques et les facteurs chimiques:

- **les facteurs physiques** sont 1/ les formes d'énergie (gravitationnelle et pesanteurque, mécanique, photique, thermique, électrique) et 2/ les facteurs édaphiques (texture, structure, porosité, perméabilité ou l'hygrométrie des sols).
- **les facteurs chimiques** 1/ les facteurs hydriques (pH, rH, solutés, ions, minéraux, colloïdes, matières en suspension, gaz dissous, salinité, etc.), 2/ les facteurs atmosphériques (polluants) et 3/ les divers produits nocifs, écotoxiques, toxiques, cancérigènes, mutagènes, etc. mis sur le marché sans précaution ou même sans autorisation par l'industrie.

Seconde classification

Selon elle, on distingue les facteurs périodiques et les facteurs apériodiques.

- **les facteurs périodiques** sont des facteurs qui peuvent marquer leur influence de façon régulière, cyclique (constance de la granulométrie d'un sol, alternance jour/nuit, par exemples).
- **les facteurs apériodiques** sont des facteurs qui marquent leur influence de façon aléatoire (par exemple, un épisode venteux).

Troisième classification

Selon elle, on distingue les facteurs climatiques et les facteurs aclimatiques (physico-chimiques).

- **Les facteurs climatiques** sont des facteurs qui déterminent le climat (température, éclairement (lumière), hydrométrie (humidité), vent, gel, etc....). Les

facteurs climatiques peuvent être répartis en deux groupes, à savoir : **les facteurs climatiques principaux** et les **climatiques secondaires** selon leurs influences directes ou indirectes sur le climat.

Les facteurs climatiques principaux sont, par exemples, la température de l'air et la pluviosité dont la connexion en fonction du temps donne un graphique appelé climatogramme

Les facteurs climatiques secondaires sont les vents, l'humidité, la lumière. .

- **les facteurs non climatiques** (ou facteurs physico-chimiques) sont des facteurs qui ne déterminent pas le climat. Il s'agit de : eau (et sa composition chimique, teneur en CO₂ atmosphérique, vitesse du courant), sols (avec leurs structure et texture), etc....

C'est cette dernière classification que nous suivrons dans la suite de ce cours.

- **Facteurs biotiques**

Les facteurs biotiques sont des facteurs avec vie (des êtres vivants).

Ils sont des plusieurs types, à savoir:

- **Les ennemis de la population,**
- **Les coopérateurs (ou amis) de la population**
- **Les mixtes (à la fois amis et ennemis)**

Description des facteurs climatiques

- **Température de l'air**

1. Variations

La température de l'air varie selon deux principaux facteurs :

- **la position géographique** (longitude, latitude, altitude) et
- **les phénomènes climatiques** (ex : les changements climatiques caractérisés par l'augmentation de température),

2. Possibilités de stockage

La température de l'air est plus stockée dans l'eau que dans l'air : 1m³ d'eau à 30 °C stocke 500 fois plus de chaleur (température) qu'un même volume d'air à la même température.

3. Importances écologiques

Elles sont nombreuses.

Il s'agit de :

- La stimulation de la plupart des réactions chimiques de l'organisme : réactions métaboliques (influences sur les enzymes)
- La stimulation de réactions physiologiques (respiration, croissance, photosynthèse)

De ces faits, la température est considérée comme le facteur abiotique le plus important.

- Le conditionnement des déplacements et de la répartition des espèces (à des basses températures, la plupart des animaux sont immobilisés. La répartition des animaux et des plantes sur le globe terrestre est liée aux variations de la température).
- La régulation des activités biologiques (température est un régulateur biologique)
- L'influence positive ou négative sur d'autres facteurs environnementaux comme la teneur en oxygène, un facteur limitant pour la survie des individus.

4. Limites de tolérance

Elles sont les suivantes pour tous les êtres vivants :

Limite inférieure : 0 °C et

Limite supérieure : 55 °C.

Mais, il existe quelques exceptions pour certains organismes : ex : les bactéries marines vivant à 150 °C - 200 °C.

Dans ces limites de tolérance thermique, chaque espèce a son **amplitude de tolérance thermique** (a.t.t.= intervalle variations de températures supportées par l'espèce).

Dans cette amplitude, l'espèce a une **température préférentielle** : température à laquelle l'espèce est à l'aise (température où sa survie, sa croissance et son développement sont meilleurs).c'est le preferendum thermique (ou température optimale).

5.Types d'organisme dans l'intervalle de tolérance thermique

Dans cette gamme de températures tolérables, on distingue deux types d'organisme:

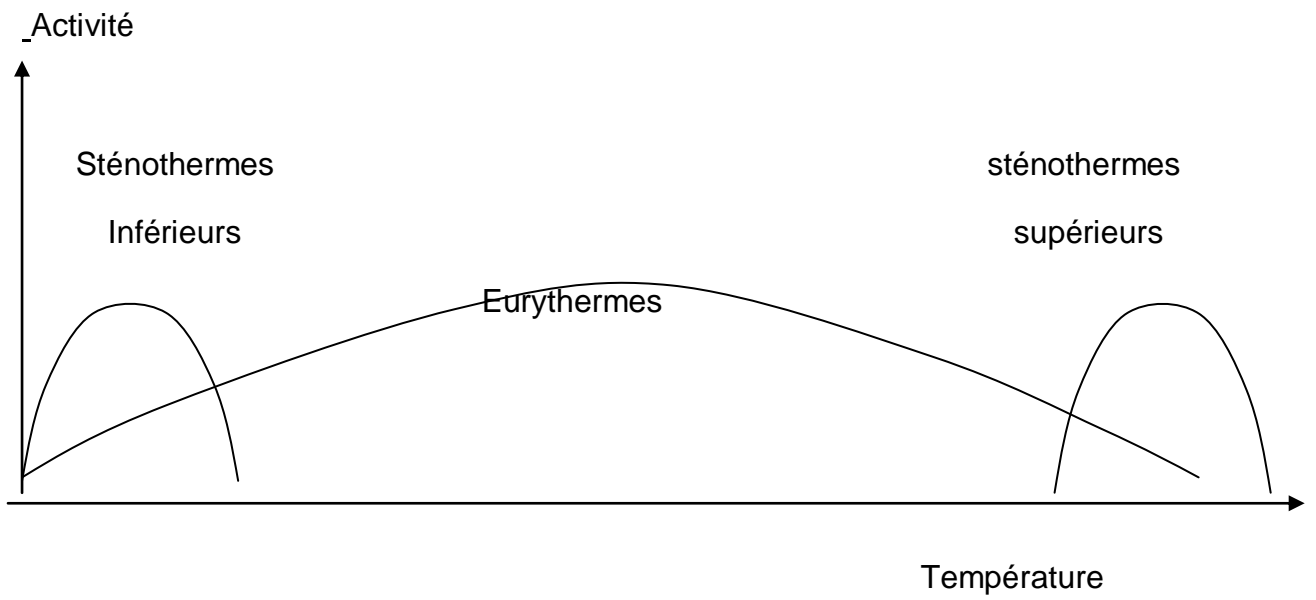
les eurythermes et les sténothermes.

a.les eurythermes : ce sont des organismes ayant une grande amplitude de tolérance thermique. Il s'agit des organismes supportant de grandes variations de température.

Ils sont des homéothermes, c'est-à-dire des organismes dont la température corporelle reste constante quelle que soit la température extérieure (mammifères, oiseaux adultes,..).

b.les sténothermes : ce sont des organismes à étroite amplitude de tolérance thermique (organismes supportant des faibles variations thermiques).

Ce sont des hétérothermes (poïkilothermes), c'est-à-dire des organismes dont la température corporelle varie en fonction de celle du milieu (poissons, tortues, serpents, lézards, etc....) ; la croissance, le développement et l'activité de ces organismes dépendent de la température environnante.

Exemples

6. Effets des variations extrêmes (variations au delà des limites de tolérance)

La température présente quelques fois des variations extrêmes (au delà des seuils de tolérance pour les organismes vivants ou pour les espèces).

Les effets de telles variations sont nombreux.

Il s'agit de:

- tuerie des organismes non adaptés ou ne fuyant pas le danger thermique,
- provocation de soustraction de certains organismes par les trois voies suivantes :
 1. **la migration** (cas d'aller-retour saisonnier des animaux),
 2. **l'émigration** (cas de changement d'aire de répartition sans retour au point de départ au cours d'une même génération des animaux) ou
 3. **le retrait** dans des terriers de protection (cas des animaux) pour rechercher les conditions de vie optimale.
- provocation des mécanismes d'adaptation de certains organismes.

6. Mécanismes d'adaptations des organismes face aux températures extrêmes

Ils varient d'un règne à l'autre et sont destinés aux froids et chaleurs extrêmes.

a. Mécanismes pour les plantes

Ainsi, pour s'adapter ou résister soit au froid extrême, soit à la chaleur extrême, les végétaux ont déployé toutes sortes de ruses (mécanismes d'adaptation) qui sont les suivantes :

- la réduction de la période de végétation (ceci pour limiter au maximum la surface de contacts avec le facteur nuisible),
- le passage de la mauvaise saison en étant défoliés ou sous forme de graines (ceci aussi pour limiter au maximum la surface de contacts avec le facteur nuisible).
- La déshydratation corporelle (ceci pour éviter le gel ou surgel des cellules ; ces deux phénomènes sont capables de faire éclater les cellules, donc la mort des végétaux).

b. Mécanismes pour les animaux

Pour lutter contre la hausse de température modérée, certains animaux présentent les mécanismes ci-après :

- minimiser les gains de chaleur en diminuant l'angle d'incidence des rayons lumineux : cas des coquilles des individus pointues dans les zones les plus exposées au soleil
- augmenter des pertes de chaleur par évaporation : en buvant chaud pendant les heures chaudes : la boisson chaude va provoquer un gradient de température dans le corps, qui va provoquer la transpiration, puis la fraîcheur corporelle ; comportement habituel des hommes dans le désert

Pour lutter contre le froid modéré, certains animaux ont développé les mécanismes suivants :

- disposition d'une couche de graisse épaisse isolant les organes vitaux qui risqueraient d'être gelés par le froid,
- réchauffement en présentant un maximum de surface corporelle au soleil (augmentation d'angle d'incidence solaire : cas des phoques, tortues, lézards, etc....)
- possession des composées organiques dont les glyco-peptides (à base de sucres et peptides) jouant le rôle d'antigel
- Protection du corps par habillement adéquat (cas de l'homme utilisant le manteau et les gants à laine en hiver ; cas des animaux qui font pousser des longues poils sur le corps).
- Alimentation grasse (manger des aliments avec beaucoup des lipides)
- Consommation des boissons alcoolisées (cas de l'homme, voir les ruses avec la vodka, le whisky, etc.).

Pour lutter contre la chaleur et le froid trop extrêmes, certains animaux ont développé le mécanisme **d'entrer à l'état de dormance**.

Il existe 4 sortes de l'état de dormance :

- **La diapause** (dormance en interrompant l'activité (à cause du froid))
- **L'hibernation** (dormance en interrompant la croissance (à cause du froid) (cas des animaux à sang chaud))
- **L'hivernation** (chez les animaux à sang froid) dormance en interrompant la croissance à cause de la diminution de la température extérieure pendant la saison froide) ou
- **l'estivation** (dormance en interrompant la croissance (à cause de la chaleur)).

Ils cessent alors de s'alimenter et vivent en léthargie jusqu'à la fin de mauvaise saison.

- **Pluviosité**

1. Variations

La pluviosité varie selon plusieurs facteurs :

- les coordonnées géographiques (latitude, longitude, altitude),
- le climat (succession des états de l'atmosphère en un lieu donné du sol),
- la direction des vents et
- la proximité avec les écosystèmes très évaporatifs (forêts, lacs, etc....).

Elle est un facteur écologique imprévisible (elle tombe sans avertir) et inégalement répartie sur un territoire donné (il peut pleuvoir à Karhale, mais pas à Bugabo alors que ces deux milieux sont proches).

2. Importances écologiques

Elles sont nombreuses :

- la grande influence positive sur la croissance des plantes et leur productivité (mais sans intérêt majeur sur les animaux)
- la source d'eau de la biosphère : alimentation hydrique des lacs, rivières réservoirs etc....,

- la détermination des climats, en connections avec la température.

3. Effets négatifs

Ils sont plusieurs :

- l'attaque des sols nus par le phénomène d'érosion hydrique,
- les crues des cours d'eau (les rivières),
- le martellement des plantes et des animaux en cas de grêles
- la pourriture des tiges et racines des plantes en cas d'accumulation des grêles sur le sol

- **Température et pluviosité combinées**

1. Variations

Les deux facteurs varient selon leurs modalités propres.

2. Importance écologique

L'ultime importance écologique de ces facteurs réunis est de décrire les climats sur base de leurs données enregistrées et analysées dans un climatogramme.

3. Climatogramme

Le climatogramme est un graphique dans lequel on place la pluviosité et la température en ordonnées et le temps (en mois, années, etc.) en abscisse (un graphique avec deux ordonnées).

A partir des variations de température et de pluviosité, on détermine alors le climat, les saisons dans le climat.

Lorsque la courbe de la pluviosité est en dessous de la courbe de température, on a la **saison sèche**.

Lorsqu'elle au dessus, on parle de la **saison des pluies**.

4. Types de climat

En fonction des climatogrammes, Il existe cinq types de climat dans le monde, à savoir :

- **le climat équatorial,**
- **le climat tropical (avec deux sous-types : humide et sec),**

- **le climat tempéré**
- **le climat méditerranée et**
- **le climat polaire.**

a. Climat équatorial

C'est un climat caractérisé par la température et la pluviosité constantes.

Il est présent sur ou aux environs de l'équateur.

b. Climat tropical

C'est un climat caractérisé par la température constante et la pluviosité variable (et c'est cette variation qui détermine les saisons humide et sèche).

Le climat est présent entre l'équateur et les deux tropiques (cancer au Nord et capricorne au Sud).

Selon la longueur de la saison sèche, on distingue deux sous-types de ce climat, à savoir :

- **le climat tropical humide et**
- **le climat tropical sec**

1/ Climat tropical humide

C'est un sous-climat tropical dans lequel la saison sèche dure au maximum trois mois.

Exemple : le climat de Lwiro

2/ Climat tropical sec

C'est un sous-climat tropical dans lequel la saison sèche dure au minimum trois mois.

Exemple : le climat de Kiliba

c. Climat tempéré

C'est un climat caractérisé par la température variable et la pluviosité constante (et c'est la variation de la température qui détermine les quatre saisons : été, automne, hiver et printemps).

Ce climat est présent entre les deux tropiques (cancer au Nord et capricorne au Sud) et les cercles polaires.

d. Climat méditerranée

C'est un climat caractérisé par la température variable et la pluviosité variable (et ce sont les variations de la température et de la pluviosité qui déterminent les quatre saisons : été, automne, hiver et printemps et les vents les perturbent; les vents sont violents).

Ce climat est présent entre les deux tropiques (cancer au Nord et capricorne au Sud) et les cercles polaires spécialement dans les régions océaniques).

e. Climat polaire

C'est un climat caractérisé par la température constante et la pluviosité constante.

Ce climat est présent dans les cercles polaires.

- **Lumière solaire**

1. Variations

La lumière solaire varie selon la position géographique (latitude, longitude), la profondeur d'eau.

2. Importances écologiques

Elles sont plusieurs :

- le réchauffement de la surface du sol et des eaux.
- La stimulation de la photosynthèse (cas des végétaux et bactéries chlorophylliens) et de différents processus biologiques (distributions, locomotion, reproduction, croissance,...)
- la principale source d'énergie des écosystèmes. Cependant, elle est remplacée par d'autres sources d'énergie (sources secondaires) selon le temps (électricité ou bioluminescence la nuit, par exemple) et la profondeur (cas de la lumière produite par la bioluminescence par les animaux en profondeur obscure des mers).

3. Facteurs favorisant son influence

Ils sont les suivants :

- sa composition (**rayons invisibles** : UV, Infrarouge et **rayons visibles**: jaunes, bleus,...),
- son intensité (quantité de chaleur emmagasinée) et
- la durée de son éclaircissement sur une période de 24h (= photopériode).

4. Limites de son énergie pour la photosynthèse

La lumière solaire ne fournit que 21% de son énergie.

Description des facteurs physico-chimiques

- **Sols**

1. Variations

Les sols varient selon plusieurs facteurs :

- la position géographique (longitude, latitude, altitude),
- le relief (montagne/vallée),
- la profondeur de la terre (horizons),
- la couverture végétale,
- l'activité des organismes (piétinement).

2. Types

Ils sont de plusieurs types.

3. Importance écologique

L'ultime importance écologique est d'être les substrats sur lesquels et dans lesquels se développent les organismes vivants terrestres.

4. Facteurs favorisant leurs influences

Ils sont plusieurs :

- leur texture (taille des particules des sols : limon, argile, sable, gravier (synonyme : granulométrie),
- leur structure (mode d'agencement des particules qui peut être particulière ou agrégative),
- leur porosité (présence de pores qui permettent la circulation des gaz et l'eau),
- leur capacité de rétention d' eau (Rh),

- leur composition chimique (pH, minéraux (Al, Ca, Fe, K, Na, Si, matières organiques).

Ainsi, la composition végétale dépend de la nature du sol.

5. Effets négatifs sur les organismes

La nocivité sur les plantes : **cas des sols acides marécageux**

- Eau

1. Importances écologiques

Elles sont les suivantes :

- être le cadre de vie pour des organismes vivants aquatiques et
- intervention directe dans la structure et les métabolismes de tous les organismes vivants et dans les processus physiques (pluviosité et climat) et chimiques (réactions chimiques) de l'environnement,

2. Facteurs favorisant son influence

Ils sont nombreux :

- sa profondeur,
- sa disponibilité et
- sa composition chimique (salinité, gaz dissous, pH, matières organiques : particulaires et dissoutes).

3. Effets négatifs divers

Ils sont plusieurs :

- la provocation d'érosion des sols,
- le creusement des vallées profondes,
- le lessivage de sols.
- La contamination de certains organismes
- Le piégeage et la dérive des organismes non adaptés.

L'eau a des effets mécaniques qui dépendent des débits et de la vitesse du courant dans les eaux courantes.

Description des facteurs biotiques

- **Ennemis de la population**

a. **Définition**

Les ennemis de la population sont des espèces qui causent des préjudices tels que les pertes de vie ou de capacité de développement de la population.

b. **Types**

Il existe trois sortes d'ennemis:

Il s'agit de

- **compétiteurs interspécifiques,**
- **prédateurs** et
- **amensaux.**

Leurs interactions avec la population sont respectivement la compétition interspécifique, la prédation et l'amensalisme.

1. **Compétiteurs interspécifiques**

a.. **Définition**

Les compétiteurs interspécifiques de la population sont des espèces vivantes qui concurrencent la population pour des diverses ressources communes: ressources sporadiques, ressources spatiales ou sexuelles.

Généralement, ils sont du même règne que la population.

b.. **Exemple**

Si nous considérons comme population, l'ensemble des plants de haricot dans un champ: ses compétiteurs interspécifiques sont, par exemples, les plants de maïs dans le même champ, les plantes envahissantes ou adventistes aussi dans le même champ. Ils concurrencent le haricot pour les substances minérales du sol, l'eau, la lumière, etc.

c.. **Effets négatifs sur la population**

De façon générale, ces effets sont les mêmes que ceux de la compétition intra-spécifique.

Ils sont les suivants :

- la mortalité élevée des individus ;
- l'affaiblissement physiologique des individus ;
- le ralentissement de la croissance linéaire (en taille) et pondérale (en poids) des individus.
- La diminution de la fécondité, longévité, etc....
- Les modifications comportementales (émigration élevée).
- Les modifications génétiques (natalité sélective, émigration sélective).
- Le stress des individus de la population causé par les individus compétiteurs.
- L'amputation des membres ou du corps des individus de la population par les compétiteurs.

2. Prédateurs

a.. Définition

Les prédateurs de la population sont des espèces qui se nourrissent directement de la population ou qui vivent en dépens d'elle.

b.. Types

Il existe trois types de prédateur, à savoir:

- les carnivores,
- les herbivores et
- les parasites.

1.. Carnivores

Les carnivores sont des animaux qui mangent les individus de la population comme proies animales.

Exemples

Si on a comme population un groupe d'antilopes dans une savane, ses carnivores les plus connus sont les lions

Si on a une cohorte des poussins de poule comme population, ses carnivores sont les éperviers, les corbeaux

Attention : il existe aussi des plantes carnivores (elles mangent les insectes qu'elles capturent, les tuent et les digèrent).

Il existe aussi des cas de cannibalisme parmi les populations naturelles (de gros tilapias mangent leurs petits quand il y a carence de nourriture).

2.. Herbivores

Les herbivores sont des animaux qui mangent les individus de la population comme proies végétales.

Exemples

Si on a un ensemble de chiendents (Musiye) dans une savane ou dans un champ, ses herbivores sont les chèvres, vaches.

Si on a des maïs porteurs de fruits dans un champ, ses herbivores sont les oiseaux et les rats.

3.. Parasites

Les parasites sont des espèces qui utilisent les individus de la population comme hôtes: ils mangent leurs substances nutritives et parfois, leurs parties corporelles.

Exemples

Si on a comme population un groupe d'Hommes, ses parasites sont les tiques, les vers intestinaux comme les ascaris.

Les prédateurs peuvent donc être du même règne que la population ou non.

c.. Effets négatifs

Il s'agit de:

- La diminution de l'effectif de la population suite au prélèvement fréquent par les prédateurs.
- L'amputation des membres ou du corps des individus de la population par les prédateurs: la capture partielle ou mauvaise de la proie par le prédateur engendre souvent ce cas; cette situation entraîne la présence des individus infirmes dans la population.

3. Amensaux

3/ Coopérateurs de la population

a/ Définition

Les coopérateurs sont des espèces qui ne causent pas des préjudices à la population, mais, au contraire, lui procurent des bénéfices directs ou indirects.

Ce sont donc des amis de la population.

b/ Types

Il existe plusieurs types de coopérateurs: il s'agit de

- **Mutualistes si la population se comporte comme mutualiste aussi**
- **symbiotes, si la population se comporte comme symbiote aussi**
- **neutralistes si la population se comporte comme neutraliste aussi**
- **hôtes divers si la population se comporte comme commensal, phoronte, epibiote ou inquilin.**

Leurs interactions avec la population sont respectivement le mutualisme, la symbiose, le commensalisme, le neutralisme, la phorésie, l'épibiose et l'inquilinisme.

1. Mutualistes

a.. Définition

Un mutualiste est une espèce qui s'associe avec une autre espèce pour des bénéfices réciproques, mais sans lien obligatoire.

Dans l'association, les deux (population et espèce considérées) sont aussi appelés partenaires ou mutualistes.

Les bénéfices réciproques veulent dire que chaque partenaire tire un bénéfice de l'autre (donc l'espèce associée favorise la population d'une manière à une autre).

Sans lien obligatoire veut dire que chacun des partenaires actuels est libre de chercher un autre partenaire si l'actuel n'est pas présent.

b..Exemple

Supposons que notre population est un troupeau de vaches dans un pâturage.

Son mutualiste le plus connu est l'oiseau **garde bœuf** (Nyange nyange en swahili).

En termes des bénéfices réciproques, nous avons:

- pour la vache, c'est le déparasitage naturel et gratuit des tiques par l'oiseau
- et pour l'oiseau, c'est la nourriture trouvée sur la vache et qui est constituée de ces tiques qu'il mange sans beaucoup de peines de recherche. Dou l'amitié entre les deux.

En termes de lien: il est non obligatoire car, à l'absence de la vache dans le pâturage, le Nyange Nyange va s'associer à une autre espèce herbivore qui est présente, le buffle par exemple. Il en est de même de la vache qui peut s'associer à un autre oiseau si le garde bœuf n'est pas présent.

c..Effets Bénéfiques sur la population

Les mutualistes ont des effets positifs sur la population en augmentant la survie et en améliorant la capacité de développement des individus de cette dernière.

2. Symbiotes

a..Définition

Un symbiote est une espèce qui s'associe avec une autre espèce pour des bénéfices réciproques, mais avec un lien obligatoire.

b.. Exemple

Soit notre population constituée de **plantes légumineuses**.

Leurs symbiotes classiques sont les bactéries du genre **Rhizobium** dont il existe plusieurs espèces.

En termes des bénéfices réciproques, nous avons ceci:

- pour les Rhizobium, le bénéfice c'est l'habitat sécurisé qu'elles trouvent dans les nodosités qu'elles créent dans les racines des légumineuses. En plus, cet habitat les met à l'abri des intempéries et des prédateurs.
- Pour les légumineuses, le bénéfice de l'association c'est l'engrais nitrate que les bactéries fabriquent, par fixation biologique, à partir de l'azote atmosphérique et qu'elles disponibilisent à côté de leurs racines.

En termes de lien: il est obligatoire car les deux partenaires ne se changent jamais: ils sont les mêmes depuis tous les temps.

c.. **Effets bénéfiques**

Les effets des symbiotes sur la population sont les mêmes que ceux des mutualistes.

3. **Commensaux**

a..**Définition**

Un commensal est une espèce qui s'associe à une autre espèce (appelée hôte) pour tirer sa nourriture de celle de cette dernière sans que cette dernière soit affectée (ici le bénéfice est unilatéral et le lien est facultatif).

b.. **Exemple**

Si notre population est constituée d'un groupe de rats comme commensal, son hôte classique est l'homme.

En termes de bénéfices, nous avons:

- pour le rat, la nourriture qu'il retire sur celle de l'homme (bien sûr sans l'autorisation de ce dernier); en plus, il a un habitat gratuit,
- pour l'homme, il n'y a aucun bénéfice direct (car l'homme ne tire généralement pas sa nourriture de celle du rat).

En termes de lien: il est facultatif car le rat peut tirer sa nourriture dans la nature en l'absence de celle de l'homme.

c.. **Effets bénéfiques indirects**

Les effets bénéfiques des commensaux sur la population sont souvent indirects.

Ils sont les suivants:

- la protection de la population contre ses ennemis éventuels: le cas du rat qui détourne le serpent qui pouvait mordre l'homme dans la maison.
- La conversion du commensal en proie de la population: ceci n'est pas fréquent, mais existe: ce dernier temps, certains Hommes ont commencé à manger le rat.
- L'éducation de la population: cas du rat qui éduque l'homme à la propreté.

d.. Dangers

Les commensaux peuvent comporter des dangers sur l'hôte. Ces dangers sont les suivants:

- les prélèvements importants sur la nourriture de la population,
- la contamination de la nourriture de l'hôte par des germes pathogènes, les défécations et les urines,
- les attaques sur les individus de l'hôte (c'est le cas de rat qui mange le corps de l'homme).

e..Remarques

Le rat reste l'ami de l'homme.

Les limites des partenaires dans le commensalisme sont souvent difficiles à établir.

4. Neutralistes

a.. Définition

Un neutraliste est une espèce qui s'associe à une autre espèce (neutraliste) sans bénéfices réciproques directs et sans se causer des préjudices.

b.. Exemple

Si notre population est formée des Jecons son neutraliste est l'homme.

Les deux n'ont pas des bénéfices réciproques directs.

Mais, ils ont certainement des bénéfices indirects, souvent cachés.

C'est pour cette raison qu'ils sont des amis.

c.. Effets bénéfiques sur Lhomme

L'effet bénéfique indirect sur Lhomme est la protection de cette dernière contre les vecteurs des maladies (c'est la situation de Jecon qui mange les moustiques vecteurs de la malaria dans la maison de l'homme).

5. Inquilins

a..Définition

Un inquilin est une espèce qui s'associe à une autre (hôte) pour l'utiliser comme habitat (abri) sans lui causer de préjudices et en se nourrissant en dehors de cette dernière.

b..Exemples

Si notre population est formée des petits poissons marins du genre Carapus, ses hôtes du jour sont des **holothuries**: ils entrent par le cloaque le jour dans l'holothurie et la nuit, ils sortent pour aller chercher leur nourriture dans l'eau.

Si les inquilins sont les petits crabes Pinnotheres ou les minuscules crevettes du genre Pontonia, leurs hôtes sont des mollusques bivalves: les premiers vivent dans les mollusques et les seconds, à côté des mollusques et y pénètrent en cas de danger; ils trouvent leurs nourritures dans l'eau filtrée par les mollusques.

c.. Effets bénéfiques sur les hôtes

Ils sont souvent indirects.

Le plus connu, **c'est la protection de la population contre certains ennemis.**

6. Epibiontes

a.. Définition

Un épibionte est une espèce qui s'associe à une autre espèce (hôte) pour l'utiliser comme un support permanent sans lui causer de préjudice.

b.. Exemples

Si notre population est formée des plantes épiphytes ou des mousses qui sont des épibiontes, ses hôtes sont des végétaux.

Si notre population est formée des Spirobes, des vers annélides comme épibiontes, ses hôtes sont les algues ou les posidonies marines.

Si notre population est formée des petits crustacés (Cirripèdes), des crinoïdes, anémones de mer, des éponges comme épibiontes, ses hôtes sont des organismes fixés tels que les mollusques bivalves.

c.. Effets

7. Phorontes

a..Définition

Un phoronte est une espèce qui s'associe à une autre espèce (hôte) pour l'utiliser comme un moyen de transport sans lui causer de préjudice.

b..Exemple

Si notre population est formée de poisson Rémora (poisson avec une ventouse sur la tête) comme phoronte, ses hôtes classiques sont des gros animaux marins comme le Cétacé, le requin, la tortue, etc.

Si notre population est composée de nombreux acariens comme phorontes, ses hôtes sont d'autres acariens ou des myriapodes (mille-pattes).

Si notre population est formée des femelles des acariens macrochéliques (acariens prédateurs) comme phorontes, ses hôtes sont de nombreux insectes (bousiers, bourdons, mouches).

c.. Effets bénéfiques indirects sur les hôtes

Le plus connu, c'est la consommation des parasites cutanés des hôtes par le phoronte: ceci est possible pour certains phorontes.

Ce bénéfice provoque la conversion de la phorésie en mutualisme.

d.. Dangers sur les hôtes

Ils sont éventuels.

Ils sont les suivants:

- l'alourdissement de l'hôte par la présence des phorontes: ceci est possible en cas d'un effectif élevé des phorontes sur la population; il provoque l'augmentation de consommation de l'énergie, ce qui est nuisible à l'hôte.
- La provocation des lésions cutanées sur l'hôte par les organes de fixation des phorontes: ceci entraîne la conversion de la phorésie vers le parasitisme.

Synthèse sur les interactions interspécifiques

		Grain pour l'espèce A		
		Positif	Neutre	Négatif
Grain pour l'espèce B	Positif	Mutualisme Symbiose	Inquilinisme Phorésie Epibiose Commensalisme	Prédation Parasitisme
	Neutre	Inquilinisme Phorésie Epibiose Commensalisme	Neutralisme	Amensalisme
	Négatif	Prédation Parasitisme	Amensalisme	Compétition

4/ Facteurs biotiques mixtes de la population

a/ Définition

Les facteurs biotiques mixtes sont les organismes qui se comportent à la fois comme ennemis et amis de la population.

b/ Types

Il existe trois types de facteur biotique mixte, à savoir:

- l'homme,
- les congénères et
- les proies.

Facteurs anthropiques

Ils sont liés à l'action de l'homme : ses déchets, pollutions, rejets industriels, domestiques, agricoles, inadaptées, construction anarchique, déboisement massif etc...

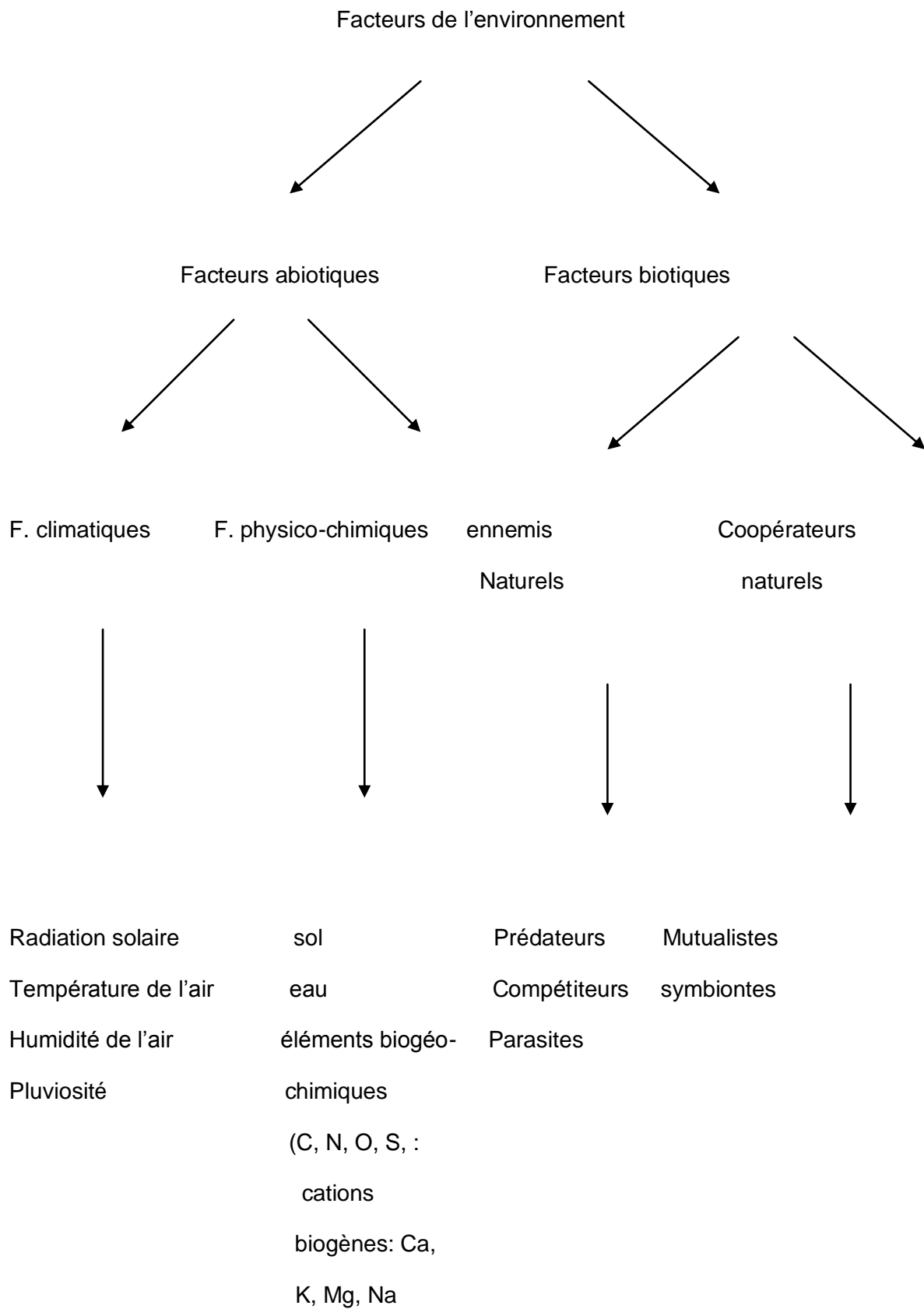


Fig 6= schéma représentant les facteurs du milieu (Facteurs environnementaux).

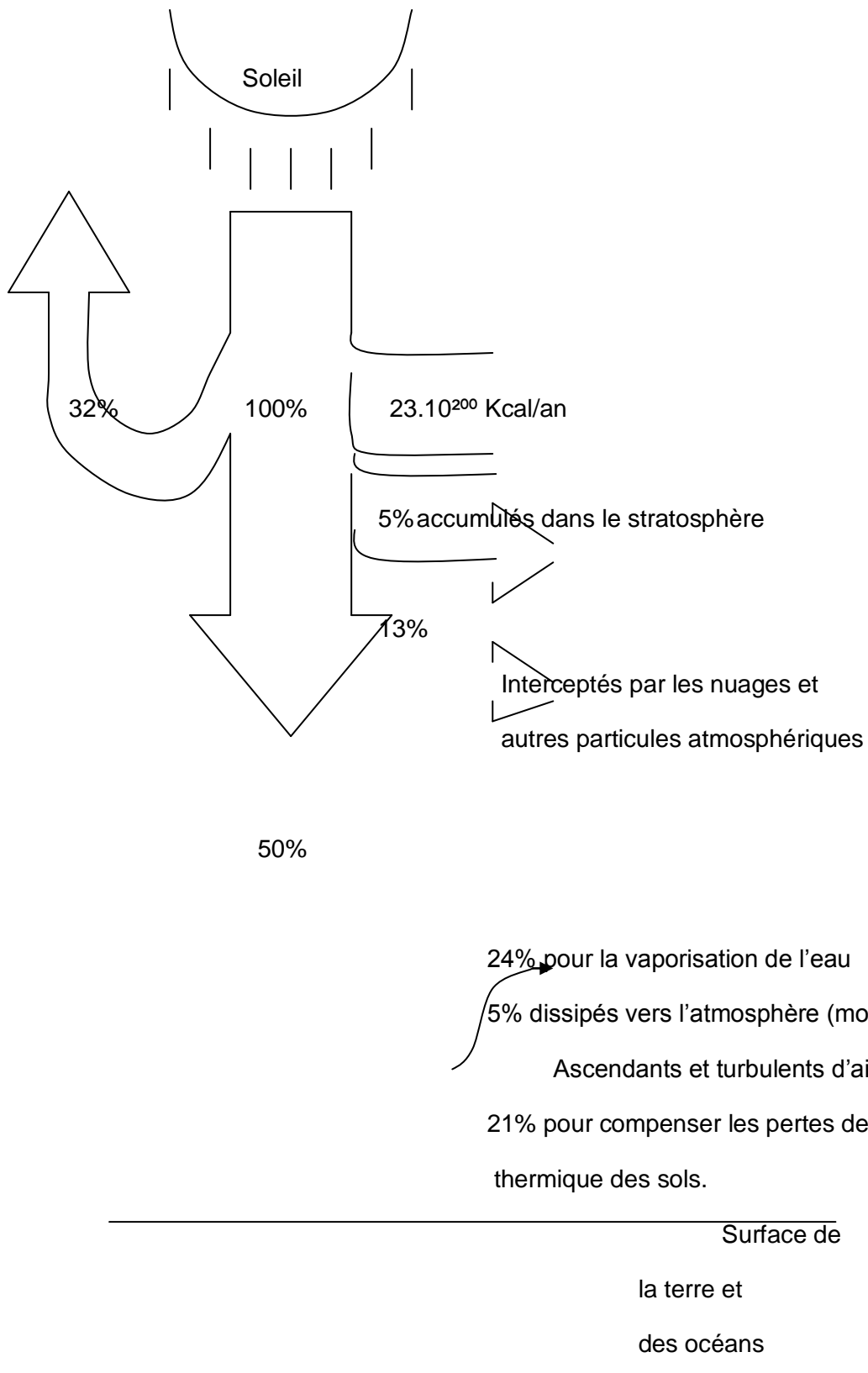


Fig : flux de l'énergie solaire dans la biosphère (Duvignaud, 1980)

2) Diverses notions

a) Valences écologiques d'une espèce

1/ Définition

Le terme « valence écologique d'une espèce » est utilisé en écologie pour désigner la capacité de la population, manifestée par ses individus, à supporter les variations plus ou moins grandes d'un facteur écologique.

Il représente aussi la capacité de la population à coloniser ou à recoloniser un biotope donné.

2/ Préfixes utilisés

Trois préfixes sont souvent utilisés pour désigner les valences écologiques.

Il s'agit de sténo-, méso- et eury- pour désigner la capacité de supporter les faibles variations, les variations moyennes ou les grandes variations d'un facteur écologique.

Aussi, ils désignent la capacité de coloniser un petit nombre, moyen nombre ou grand nombre d'habitats.

3/ Populations selon les valences

On distingue plusieurs types de populations selon la valence écologique :

Sténo-èce : population occupant un petit nombre de milieux

Meso-èce : population occupant un nombre moyen de milieux

Eury-èce : population occupant un grand nombre de milieux

Eury/meso/sténo-tope : utilisé en fonction de l'aire de répartition

Eury/meso/sténo-halin : utilisé en fonction de la résistance au sel

Eury/meso/sténo-oxibionte : utilisé en fonction de la teneur en oxygène

Eury/meso/sténo-therme : utilisé en fonction de la tolérance à la température.

4/ Principe

De manière générale, la valence écologique est synonyme d'amplitude écologique.

La valence écologique d'une population augmente avec l'évolution.

Dans les milieux où les facteurs écologiques présentent de grandes variations d'un facteur, seules les populations à grandes valences subsistent.

b) Facteurs limitants

1/ Définition

Le terme « facteur limitant » est souvent utilisé en écologie pour désigner tout facteur écologique qui, par excès ou par défaut, limite l'expression de la population car, étant soit au dessus, soit en dessous de seuils de tolérance de celle-ci.

2/ Principe

Cette notion de limitant intervient même si tous les autres facteurs sont favorables.

Tous les facteurs écologiques, à un moment ou à un autre, sans exception, sont susceptibles, dans certaines conditions, de se comporter comme des facteurs limitants, soit parce que leur intensité tombe en dessous d'une valeur minimale incapable de satisfaire aux exigences de la population, soit parce que leur valeur dépasse celle acceptable par la population.

Cette notion de limitant est toujours associée à deux lois écologiques : celle de *Liebig* et celle de *Shelford*

En voici les contenus :

1. Loi de minimum de Liebig

Si une espèce présente une amplitude écologique étroite vis- à- vis d'un facteur écologique, celui-ci risque fort d'être un facteur limitant pour elle.

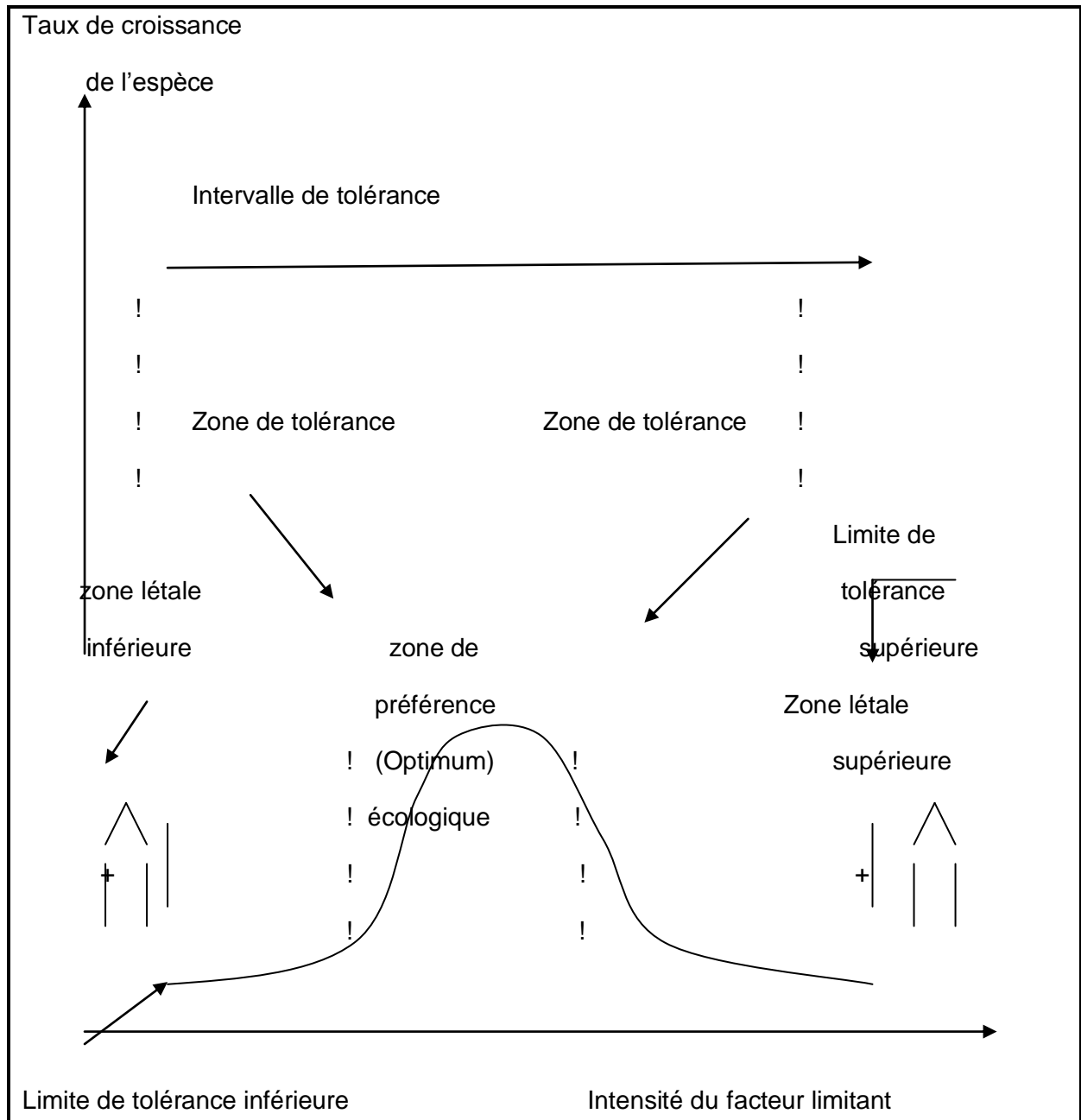
En d'autres termes, une espèce particulière ne se rencontre pas n'importe où dans la biosphère.

2. Loi de tolérance de Shelford

Un facteur écologique joue le rôle de facteur limitant lorsqu'il conditionne les possibilités de succès d'un organisme dans ses tentatives de colonisation d'un milieu.

Autrement dit, chaque être vivant présente vis- à- vis des facteurs écologiques des limites de tolérance entre lesquelles se situent la zone de tolérance et l'optimum écologique (optimum de Shelford).

Exemple : illustration de la loi de Shelford.



Commentaires :

De ce graphique, on constate qu'il y a cinq zones :

- la zone de létalité inférieure
- la zone de tolérance inférieure
- la zone de préférence
- la zone de tolérance supérieure
- la zone de létalité supérieure

D'une manière générale,

- **Une zone de létalité** : est une zone où la population ne survit pas à cause soit de carence (défaut) du facteur limitant (cas de la zone létale inférieure) soit d'excès du facteur limitant (cas de la zone létale supérieure). Le taux de croissance est nul.

Cette zone nous explique donc combien une espèce particulière ne se rencontre pas n'importe où dans la biosphère

- **Une zone de tolérance** : est une zone où le taux de croissance est faible à moyen à cause de la carence relative ou d'excès relatif du facteur limitant.

Autrement dit, la population survit et se reproduit dans cette zone mais difficilement à cause de la compatibilité partielle entre ses exigences vitales et écologiques (protection contre les ennemis naturels) et les variations du facteur limitant.

Les besoins de la population n'y sont donc pas satisfaits totalement.

- **Une zone de préférence** : est une zone où le taux de croissance est moyen à maximal à cause de la gamme des valeurs inférieures et supérieures du facteur limitant correspondant aux exigences totales de la population.

Autrement dit, la population survit et se reproduit dans cette zone, dans des conditions optimales.

Les êtres vivants recherchent toujours des milieux avec de telles zones de facteur limitant qui leur offrent les conditions optimales d'existence.

C'est dans ces milieux qu'ils trouvent le plus de chance de satisfaction de leurs besoins thermodynamiques, mais aussi de mieux protéger leur intégrité structurelle quand elle est menacée par des facteurs biotiques défavorables.

Ajoutons que la zone comprise entre la limite inférieure de tolérance et la limite supérieure de tolérance comprend la zone de tolérance et la zone de préférence bien mentionnée dans la loi de Shelford.

c) **Complexe population-environnement**

1/ **Définition**

L'écologie a adapté la notion du complexe population-environnement pour désigner le système population-environnement.

2/ Principe

- Le complexe population- environnement est indissociable : la population et l'environnement (milieu de vie de la population) forment un ensemble qui évolue comme tel dans l'espace et dans le temps.
- Lorsqu'on étudie une composante de cet ensemble (soit la population, soit l'environnement), il faut simultanément étudier l'autre (soit l'environnement, soit la population).
- le complexe population-environnement est une situation sans exception.
- Dans ce complexe, la population et l'environnement s'influencent réciproquement : la population influence l'environnement et vice versa.
- Il est en équilibre dynamique : équilibre variant dans le temps et dans l'espace.
- Il y a des facteurs susceptibles de causer la dissociation du complexe population-environnement ; ces facteurs sont :
 - Les effets de la densité importants : effet de la compétition intra spécifique sur le milieu de façon à le rendre défavorable à la population.
 - Les changements défavorables des facteurs environnementaux : cas des facteurs limitants qui sont au-delà des limites de tolérance de la population par carence ou excès très marqués.
- Le résultat de la dissociation du complexe population-environnement est la disparition de la population de cet environnement soit par la mort, soit par la migration ailleurs ou sa transformation à une forme de résistance (spores, kystes, etc...).

'RECHERCHES PERSONNELLES

- d) Facteurs immédiats**
- e) Facteurs ultimes**
- f) Ressources**

1/ Définition

2/ Classifications

Méthodes d'étude de population

III. PEUPLEMENT

IV. ECOSYSTEME

V. BIOSPHERE