

Cours d'Ecologie des populations (Insectes) Master 1- BECPI

Dr. Frahtia K.



Généralités

Ecologie des populations

Ecologie

Population



Ecologie : Origine

ECOLOGIE

Oikos
(maison, habitat)

Logos
(science)

DEFINITIONS

Terme introduit en **1866** par le biologiste allemand Ernst Haeckel.

Science de la maison, de l'habitat.

Science des relations des organismes avec le monde environnant.

**Etude des conditions d'existence
des êtres vivants et les interactions
de toutes sortes qui existent entre
ces êtres vivants d'une part, entre
ces êtres vivants et le milieu d'autre part**

...

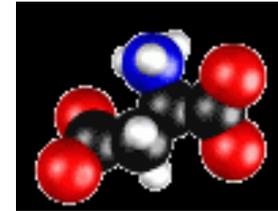
(Dajoz, 1983).

L'écologie est une science pluridisciplinaire

L'écologie s'appuie sur des sciences connexes:



Climatologie
Hydrologie
Océanographie
Chimie
Géologie
Pédologie
Physiologie
Génétique
Ethologie
ENTOMOLOGIE



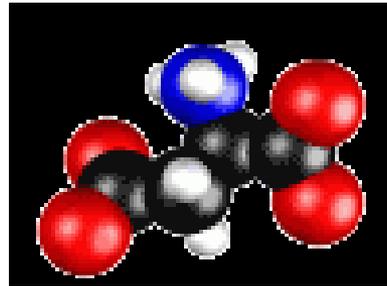
...

Comment le champ de l'écologie s'ajuste-t-il dans l'organisation du monde biologique ?

- Molécule
- Individu
- Espèce
- **Population**
- Peuplement
- Communauté/Biocénose
- Ecosystème
- Biome
- Biosphère

La molécule

**Assemblage d'atomes
dont la composition est déterminée
par sa formule chimique.**

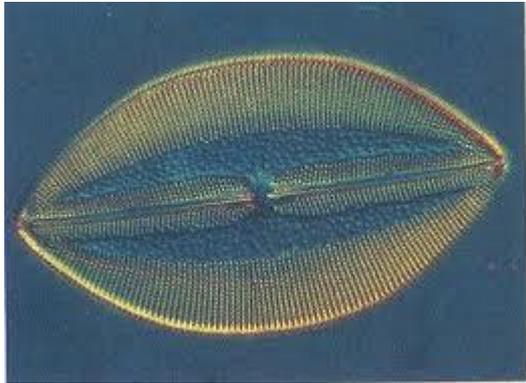


Molécule d'un acide aminé.

L'individu

Spécimen d'une espèce donnée.

Cellule vivante isolée



Groupe de cellules vivantes
attachées ensemble et provenant
d'une même cellule-mère



L'espèce

- Ensemble d'individus...

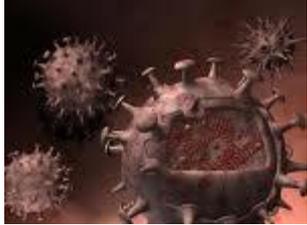


- Interféconds

- Génétiquement isolés du point de vue reproductif d'autres ensembles équivalents.



La population

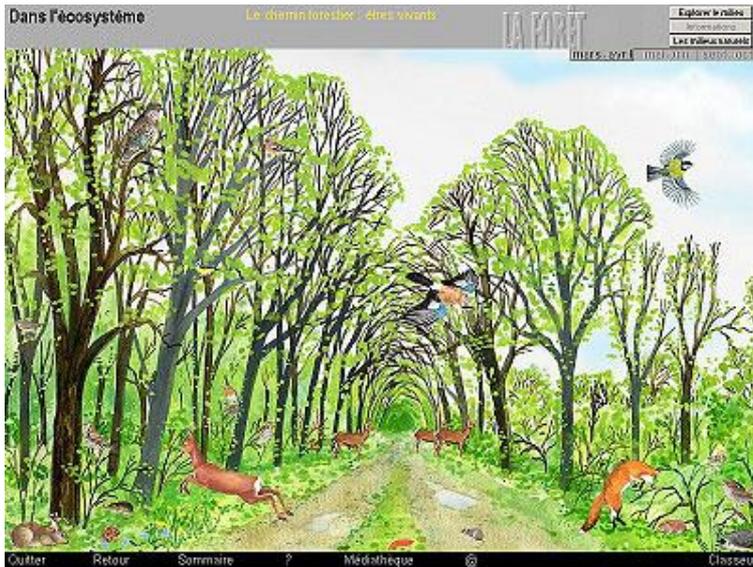


**Groupe d'individus de la même espèce
occupant un territoire particulier
à une période donnée
et
Pouvant se reproduire entre eux.**



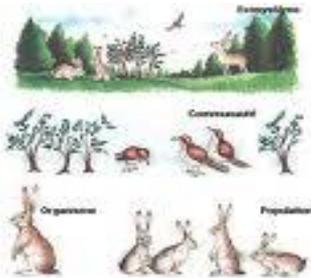
Le peuplement

Ensemble des populations qui vivent dans un milieu donné.



La communauté / Biocénose

Ensemble des peuplements d'un même milieu,
qui vivent dans les mêmes conditions de milieu
et au voisinage les uns des autres .



Peuplement animal (zoocénose)

Et/ou

Peuplement végétal (phytocénose)

L'écosystème

Ensemble de la communauté vivante (**biocénose**)
+
de son milieu physico-chimique (**biotope**).

La biocénose

**Ensemble des organismes qui vivent ensemble
(zoocénose, phytocénose, microbiocénose...).**

Le biotope /écotope

Fragment de la biosphère qui fournit à la biocénose le milieu abiotique indispensable.

Ensemble des facteurs écologiques abiotiques qui caractérisent le milieu où vit une biocénose déterminée :

Substrat, sol : édaphotope

Climat : climatope

Le biome

(macroécosystème, aire biotique, écozone)

- Ensemble des écosystèmes terrestres ou aquatiques caractéristiques de grandes zones biogéographiques qui sont soumises à un climat particulier.
- **Exemples** : Désert, forêt équatoriale, ...

La biosphère

```
graph TD; A[La biosphère] --> B[Partie de l'écorce terrestre où la vie est possible (Ensemble des biomes)]; A --> C[Une partie de la Lithosphère (partie solide de l'écorce terrestre)]; A --> D[Une partie de l'Hydrosphère (partie du système terrestre constituée d'eau)]; A --> E[Une partie de l'Atmosphère (Couche gazeuse entourant la Terre)];
```

**Partie de l'écorce terrestre où la vie est possible
(Ensemble des biomes)**

Une partie de la **Lithosphère**
(partie solide de l'écorce terrestre)

Une partie de **l'Hydrosphère**
(partie du système terrestre constituée d'eau).

Une partie de **l'Atmosphère**
(Couche gazeuse entourant la Terre)

Chapitre 1:

Caractéristiques des populations

Définition

- Ensemble des individus appartenant à une même espèce et vivant à un lieu donné pendant une période bien déterminée.



1. Structure spatiale des populations

1.1. Types de répartition spatiale

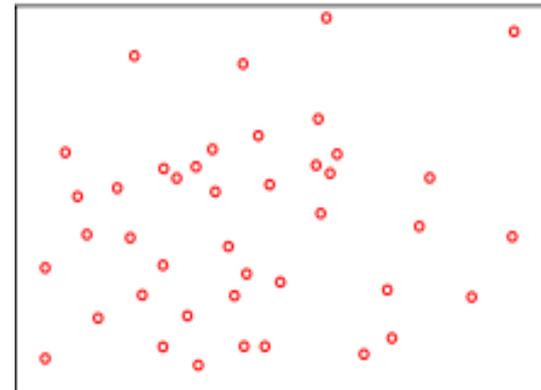
La répartition spatiale est la distribution des individus d'une population sur son territoire.

Il existe trois types de répartition spatiale (en fonction des conditions environnementales + mode de vie des organismes):

- Répartition **aléatoire** (au hasard)
- Répartition **uniforme** (régulière)
- Répartition **agrégative**

a. Répartition aléatoire (Au hasard)

La répartition aléatoire est une répartition spatiale dans laquelle les individus de la population sont placés au hasard sur le terrain sans tenir compte de la présence des autres (Espacement interindividuel très variable). C'est une distribution rare qui ne se rencontre que dans des milieux homogènes et chez des espèces qui n'ont aucune tendance au groupement.

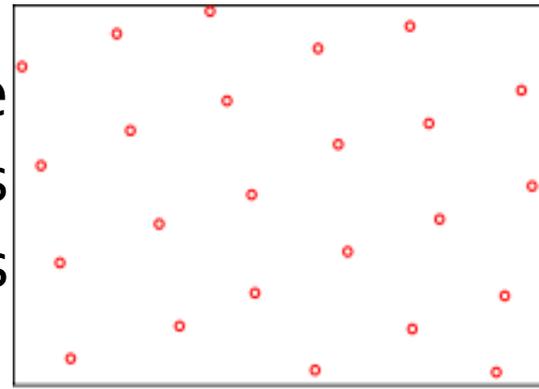


b. Répartition (Régulière) uniforme

-Répartition spatiale dans laquelle les individus sont placés de façon uniforme sur le terrain (Espace interindividuel constant), rarement observée dans la nature (hétérogénéité du milieu). Elle suggère deux choses:

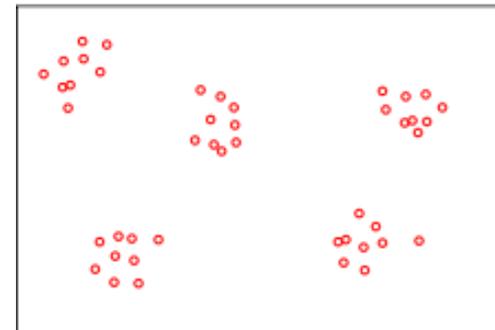
- Soit la compétition intra-spécifique est sévère, ce qui dispose les individus à distances égales (Comportement territorial);

- Soit il existe un antagonisme positif entre individus, ce qui fait que les individus s'attirent ou se repoussent avec les mêmes forces.



c. Répartition agrégative

Une répartition spatiale dans laquelle les individus sont regroupés de façon à former des agrégats (petits paquets) sur le terrain (Espace interindividuel hétérogène). Elle se produit lorsque le milieu est hétérogène. Elle est fréquente en milieu naturel. Elle suggère plusieurs choses : Les individus sont regroupés pour la reproduction, la nutrition, la défense du territoire, la vie communautaire (cas des populations coloniales ou grégaires)...



2. Comportement territorial

- La défense d'un territoire est un phénomène fréquent chez beaucoup d'oiseaux, chez des mammifères, des poissons et même des invertébrés comme les libellules.
- L'absence ou l'existence d'un comportement territorial peuvent avoir une grande importance pour la dynamique des populations.
- Plus le territoire défendu est vaste et plus la densité de l'espèce est faible.

Conséquences

- Prévenir la surpopulation
- Connaitre parfaitement le territoire et donc s'échapper plus aisément aux ennemis
- Eviter la compétition alimentaire

2. Caractéristiques quantitatives

■ 2.1. Densité

C'est la caractéristique la plus facile à définir, sinon à mesurer. Elle se définit comme étant le nombre d'individus par unité de surface ou de volume.

Difficulté à connaître la densité réelle



- Recours à l'abondance relative



Ex.1: Nombre de papillons (ou oiseaux) vus (ou entendus) le long d'un itinéraire-échantillon déterminé, parcouru toujours à la même vitesse et à la même heure.

Ex.2: Evaluation des dégâts causés par des insectes sur le feuillage ou le tronc des arbres.

- Il est parfois plus facile d'évaluer la densité d'une population non par le nombre d'individus mais par leur biomasse.
- **Biomasse** : Poids des individus, frais ou séchés (à 90 - 105 °C) d'une population donnée, par unité de surface, de volume ou de temps de récolte.
 - Poids frais : biomasse fraîche
 - Poids sec : 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.

Ceci est le cas lorsque les divers individus peuvent avoir des tailles très variables (comme les poissons) ou être trop longs à compter (organismes du plancton).

2.2. Notion de génération et de cohorte

- **Une génération** correspond à l'ensemble des individus qui sont nés en même temps ou bien, d'une façon plus large qui sont nés la même année lorsque les données statistiques que l'on possède sont établies année par année.

- Dans un certain nombre de cas, il est plus intéressant d'étudier les phénomènes démographiques en considérant des groupes d'individus qui ont vécu simultanément un même évènement origine mais qui n'ont pas forcément le même âge. De tels ensemble ont reçu le nom de **Cohortes**.
- **Ex.:** Ensemble de personnes qui se sont mariées la même année constitue une cohorte formée de sujets d'âges différents.

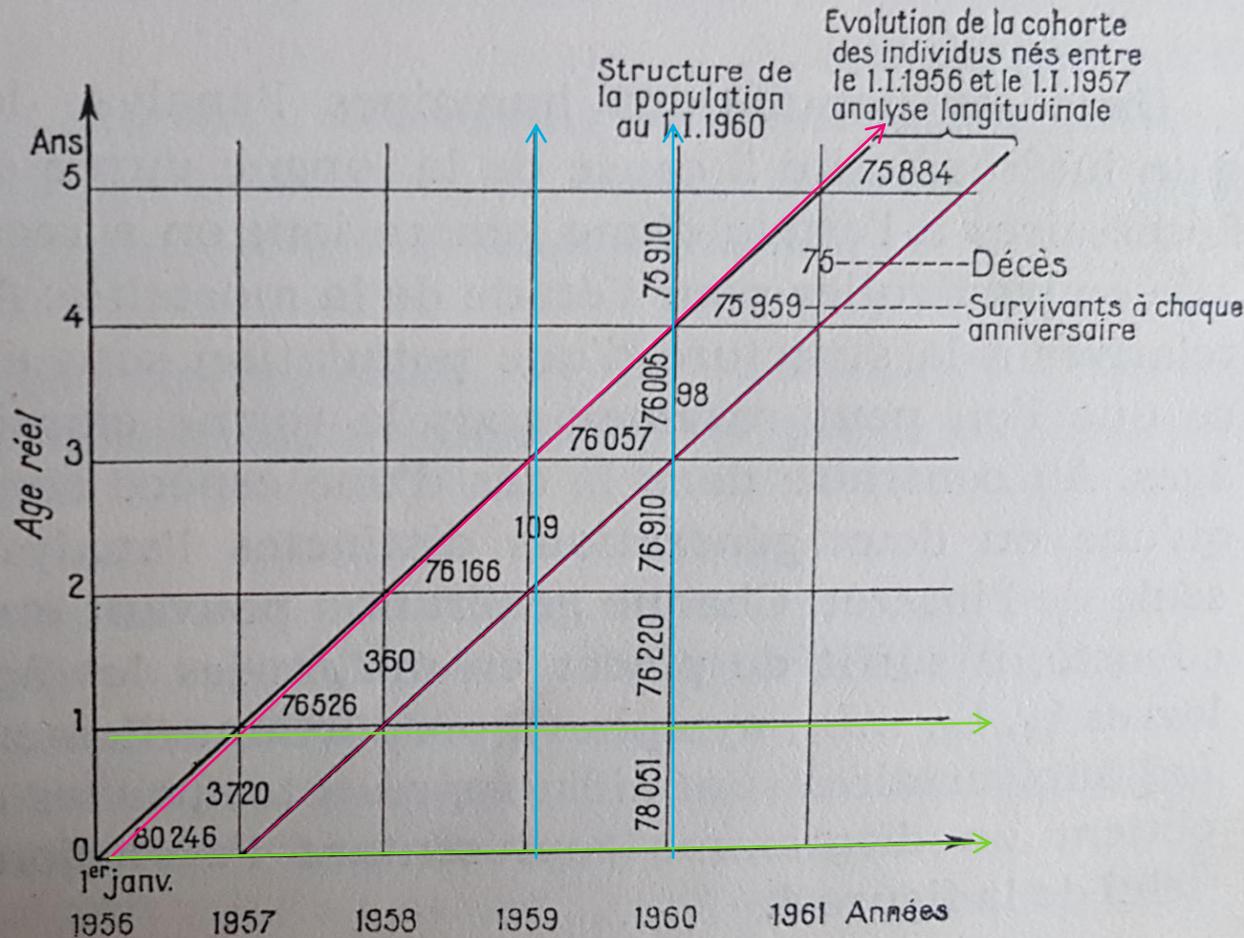
2.3. Diagramme de Lexis

- Le **diagramme de Lexis** est un outil, utilisé essentiellement en démographie. Il permet de localiser, sur une figure à deux axes, des événements (naissances, décès...) et des effectifs de population en fonction du temps (âge, période, génération).

Principe...

- Sur un quadrillage formé de droites équidistantes délimitant une série de carrés on place en abscisses le temps et en ordonnées l'âge des individus.
- **Ex.:** Supposons que le phénomène étudié soit la mortalité. On peut suivre sur le diagramme la mortalité des individus nés entre le 1^{er} janvier 1956 et le 1^{er} janvier 1957.

Diagramme de Lexis pour une population humaine.



-Une bande diagonale représente le devenir d'une cohorte.

-L'analyse des événements qui s'y produisent constitue l'analyse longitudinale.

-L'analyse des événements survenus au cours d'une année correspond à l'analyse transversale.

2.4. Table de mortalité

- Une table de mortalité représente sous une forme concise le devenir d'une cohorte d'individus nés en même temps.

2.4.1. Construction d'une table de mortalité

On délimite un certain nombre de colonnes verticales dans lesquelles on porte de gauche à droite:

- L'âge des individus x .
- Nombre de **survivants** S_x au début de chaque classe d'âge x .
- Nombre de **décès** d_x par classe d'âge x .
- **Quotient de mortalité** q_x par classe d'âge : rapport sous forme de pourcentage $q_x = (d_x / S_x) \times 100$.
- Souvent une 5^{ème} colonne donne **l'espérance de vie** e_x : durée moyenne de vie estimée pour les sujets ayant atteint l'âge x .

Tableau 1. — TABLE DE MORTALITÉ POUR LA GÉNÉRATION FÉMININE FRANÇAISE NÉE EN 1820, CALCULÉE POUR UNE POPULATION INITIALE DE 100.000 INDIVIDUS. (D'après les données de PRESSAT [1969]).

x	S_x	d_x	q_x	e_x
0	100.000	15.270	152,7	41,01
1	84.730	5.253	62,0	47,31
2	79.477	2.941	37,0	49,40
3	76.536	1.926	25,2	50,28
4	74.607	1.440	19,3	50,57
5	73.167	1.096	15,0	50,55
6	72.071	908	12,6	50,32
7	71.163	748	10,51	49,95
8	70.415	618	8,81	49,48
9	69.797	545	7,81	48,91
10	69.252	509	7,35	48,29
11	68.743	486	7,07	47,65
12	68.257	473	6,93	46,98
13	67.787	473	6,98	46,31
14	67.311	477	7,09	45,63
15	66.834	479	7,17	44,95
16	66.355	505	7,60	44,27
17	65.851	524	7,96	43,61
18	65.327	542	8,30	42,95
19	64.785	555	8,57	42,31
20	64.230	464	8,78	41,67
30	58.552	565	9,65	35,22
40	52.926	565	10,68	28,44
50	47.016	649	13,80	
60	39.327	1.007	25,60	14,50
70	26.693	1.575	59,0	
80	10.336	1.447	140	4,90
90	1.150	306	266	
100	20			

2.4.2. Cas d'une population d'insectes

Les tables de mortalité qui sont dressées pour les insectes diffèrent de celles qui sont établies pour les populations humaines ou les mammifères.



Difficile de connaître l'âge réel des individus. On le remplace par l'âge physiologique (Divers stades de développement).

- La fécondité, qui n'intéresse que le dernier stade (imaginal) de la vie de l'insecte pourra être introduite à la fin de la table pour calculer l'effectif de la génération suivante.
- Après la ponte, les imagos n'ont plus guère d'intérêt.

Il convient de faire une distinction entre :

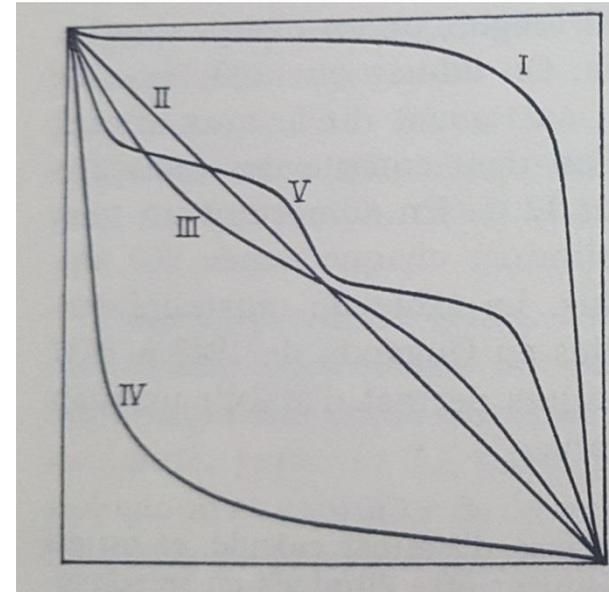
- **La mortalité exogène** due aux maladies, aux accidents et aux facteurs écologiques.
- **La mortalité endogène** provoquée par le vieillissement (état physiologique des individus), la non viabilité d'origine génétique, les malformations à la naissance, etc.

- Pour cela, une table de mortalité chez les insectes ne constitue pas une représentation absolue des événements démographiques mais une approximation d'autant meilleures que les techniques d'échantillonnages sont plus perfectionnées et que la biologie de l'insecte est mieux connue.

2.5. Courbes de survie

- Une courbe de survie est une représentation graphique du nombre de survivants d'un groupe d'individus du même âge suivis de la naissance jusqu'à la mort, en fonction de l'âge.

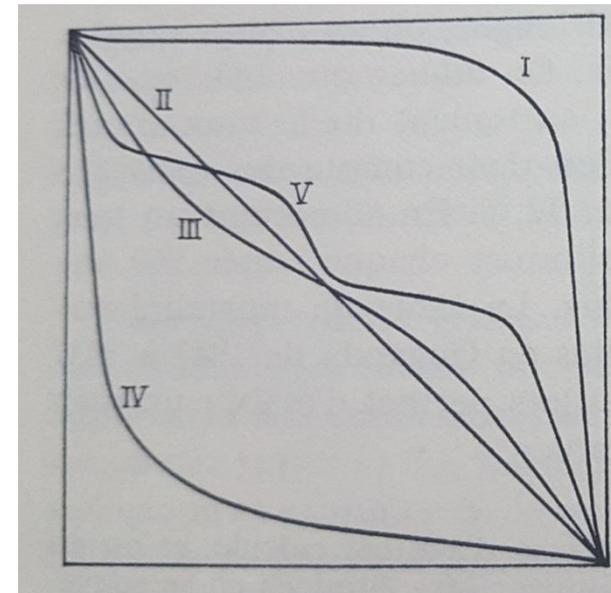
Figure: Divers types de courbes de survie.
En abscisses, l'âge
En ordonnées, le nombre de survivants.



On distingue cinq groupes :

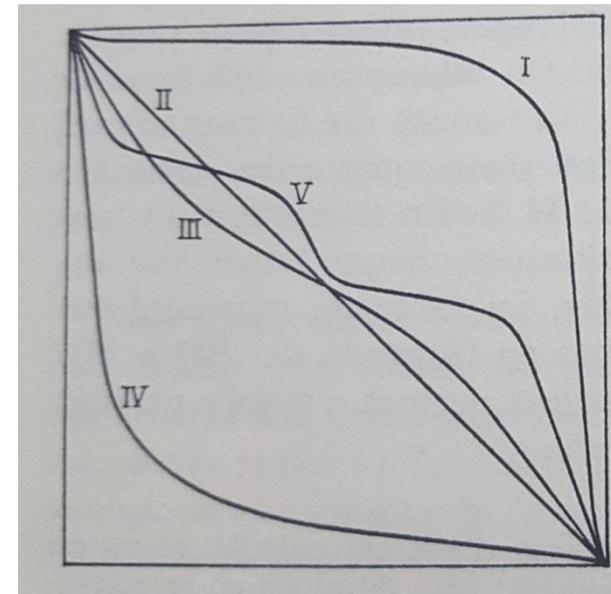
- **1^{er} groupe:**

La courbe est convexe, tous les individus ont à peu près la même durée de vie et ils meurent à peu près simultanément. C'est le cas de l'Homme.



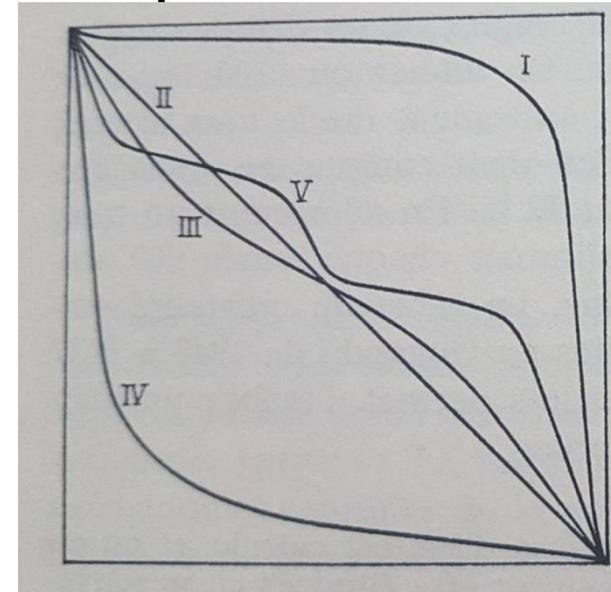
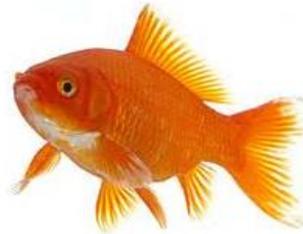
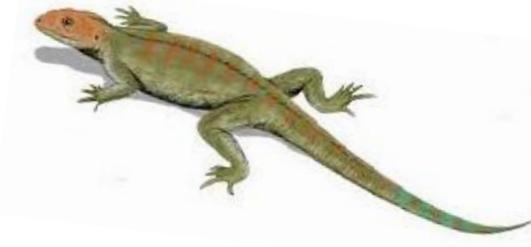
■ 2^{ème} groupe :

La courbe est à peu près rectiligne (type diagonal). Le taux de mortalité est à peu près constant pendant toute la vie. Ex. Hydre.



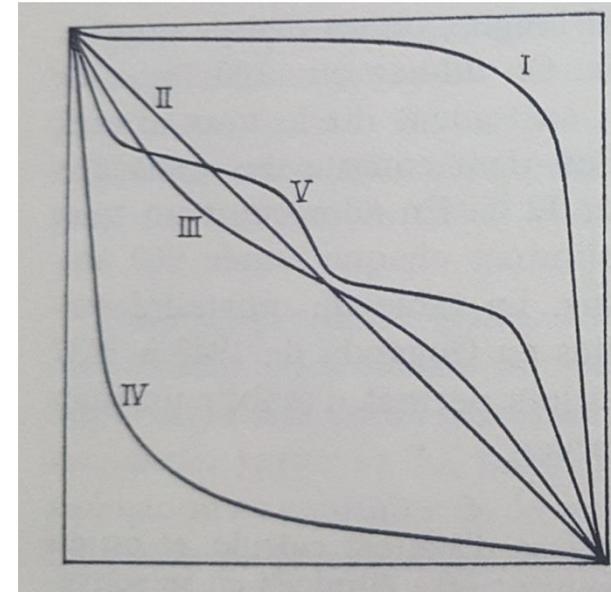
■ 3^{ème} groupe:

Une fraction constante de la population meurt à chaque âge, l'espérance de vie à chaque âge est donc constante et la courbe de survie est faiblement sigmoïde. Ex.: poisson, amphibiens.



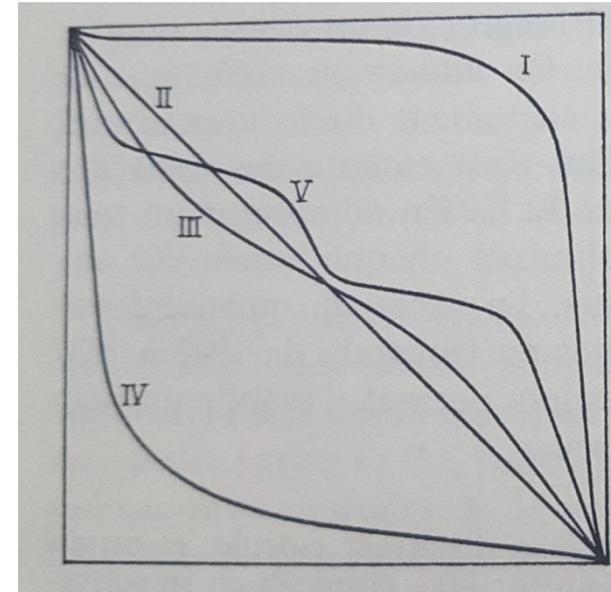
■ 4^{ème} groupe:

La mortalité affecte surtout les stades jeunes. L'espérance de vie augmente avec l'âge la courbe est concave. Ce type est très répandu dans la nature , en particulier chez les espèces à fécondité élevée. Il existe chez les espèces qui subissent des métamorphoses comme les insectes et les crustacés et la plupart des végétaux.



- 5^{ème} groupe:

Beaucoup de courbes ont une allure complexe qui ne permet pas de les ranger dans l'une des catégories pré-citées.



- La forme de la courbe de survie peut changer dans une espèce en fonction du génotype ou des conditions du milieu.

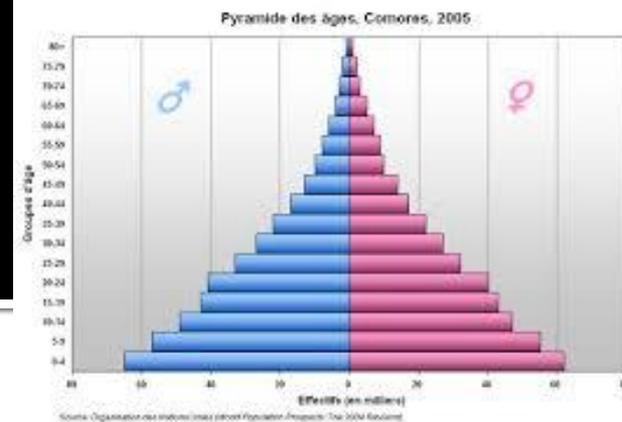
2.6. Pyramides des âges

La structure d'âge est la distribution des individus de la population en fonction des classes d'âge fixées arbitrairement ou en tenant compte de certains critères (Ex.: Reproduction). Elle est exprimée selon trois modes :

- Pyramide
- Histogramme
- Courbe

■ Pyramide des âges

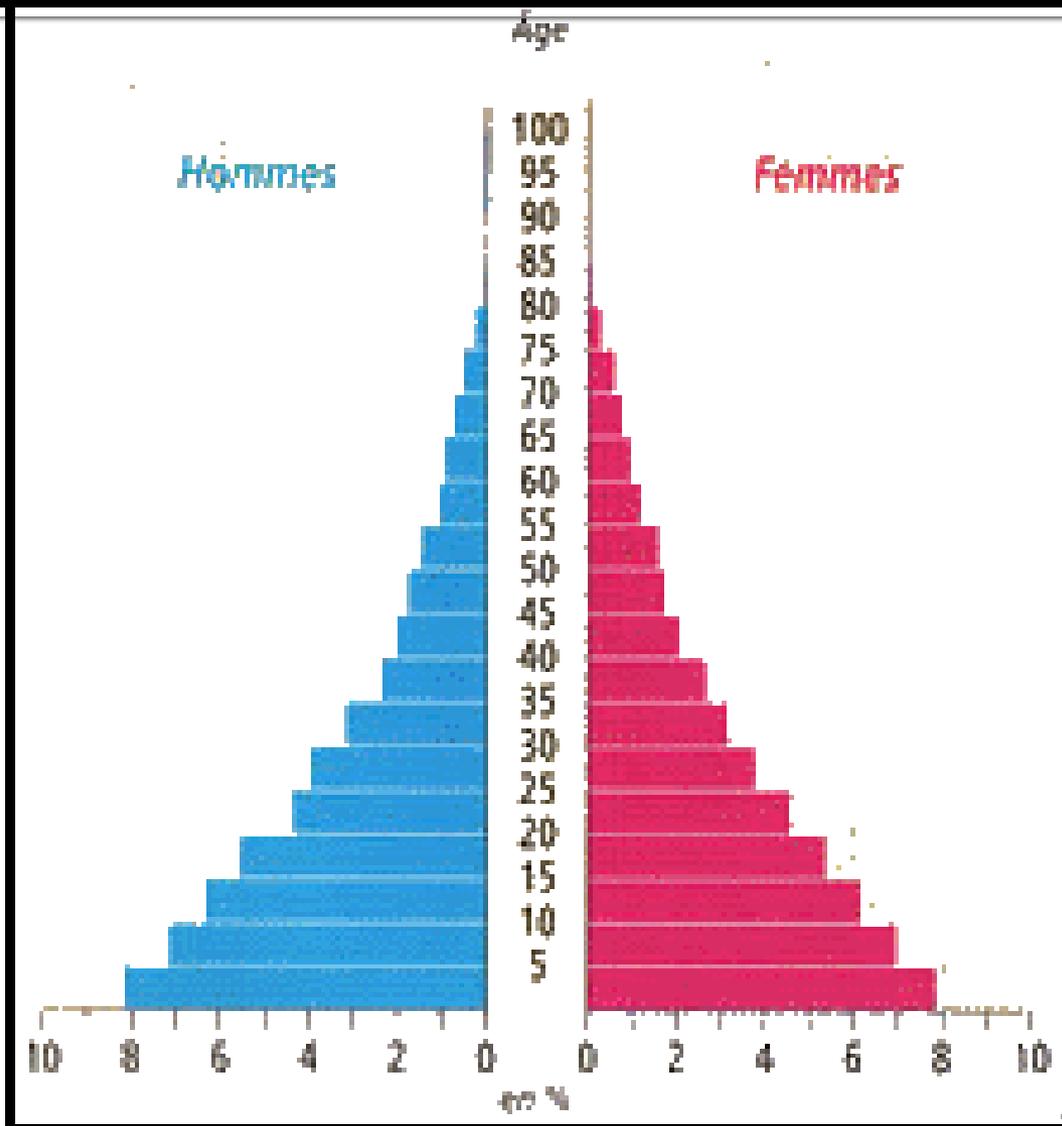
Ce mode de représentation donne la structure d'une population par âge et par sexe. Dans une pyramide des âges on associe à chaque tranche d'âge et pour chaque sexe un rectangle ayant pour cotés d'une part l'étendue d'âge de la tranche en question suivant l'axe des ordonnées, et d'autre part l'effectif observé (ou l'effectif moyen) de la tranche d'âge considérée en abscisses.



Formes et types de pyramide

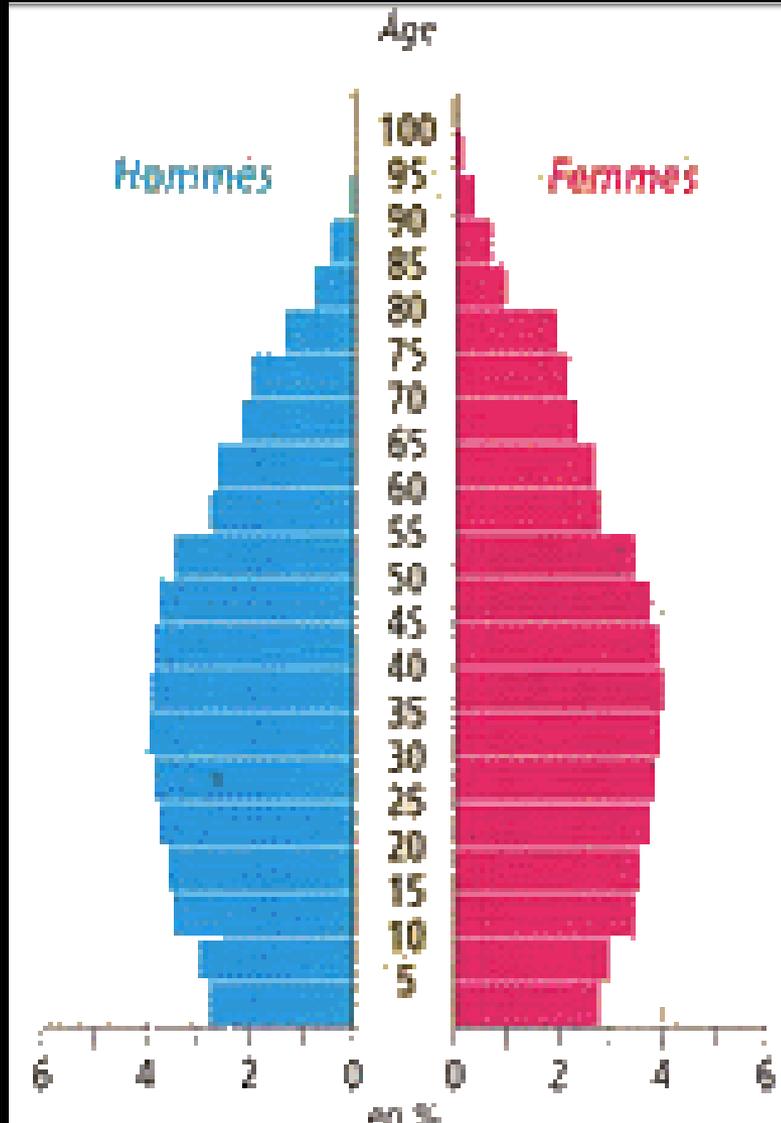
La pyramide en forme de parasol (Type explosif/Population en expansion):

Ce type de pyramide a une base large ce qui signifie que la population est très jeune. Ca correspond à des pays en développement dont le taux de natalité reste élevé.



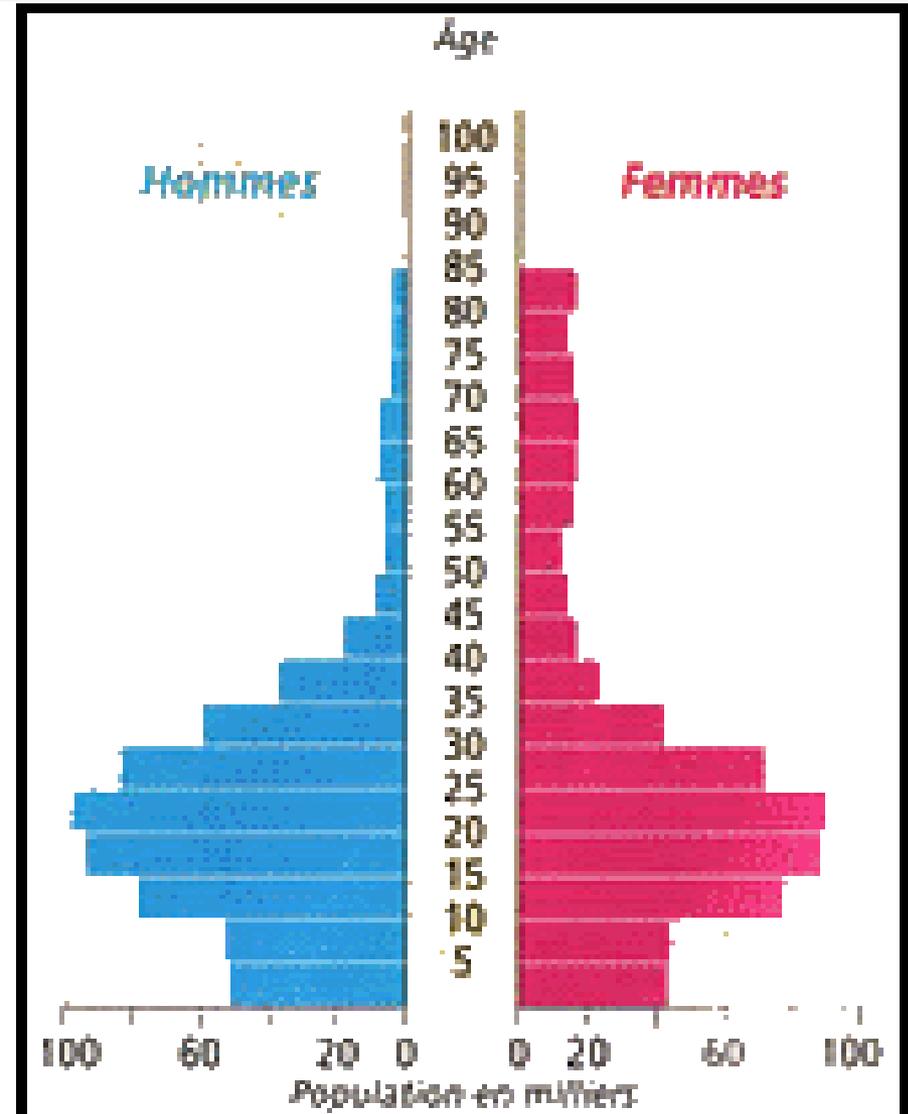
La pyramide en forme de pagode (Type stable/population stationnaire):

Ce type de pyramide a une base moins large ce qui signifie que le taux de natalité a commencé à baisser et elle s'étire vers le haut ce qui signifie que l'espérance de vie augmente. Ça correspond aussi à des pays en développement.



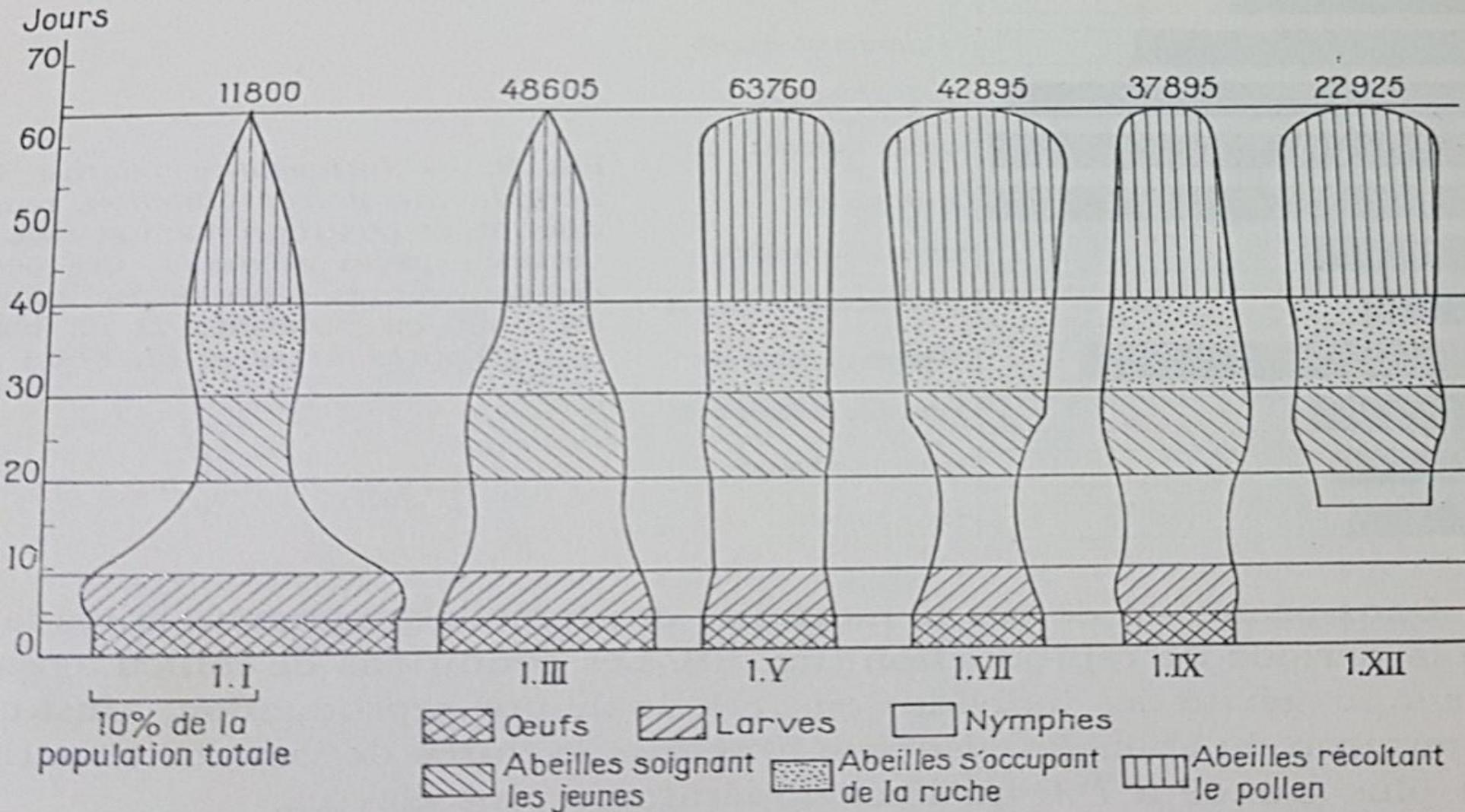
La pyramide en forme de toupie (Type décroissant/Population en déclin):

Ce type de pyramide a une base étroite, ce qui signifie que le taux de natalité est très faible et elle s'étire vers le haut ce qui signifie que l'espérance de vie est forte. Ça correspond à des pays développés.



- Chez les insectes dont le développement se fait par stades il est intéressant de distinguer dans la pyramide des âges, les durées des divers stades, ce qui a été fait dans le cas de l'abeille domestique où l'on a distingué les stades suivants : œuf, larve, nymphe et trois étapes dans la vie de l'imago (ouvrière soignant les jeunes, s'occupant de la ruche, ou butinant),

Pyramide des âges dans une ruche d'abeille domestique près de Jérusalem. Les nombres indiquent la population totale à chaque époque.



La structure d'âge s'exprime aussi par :

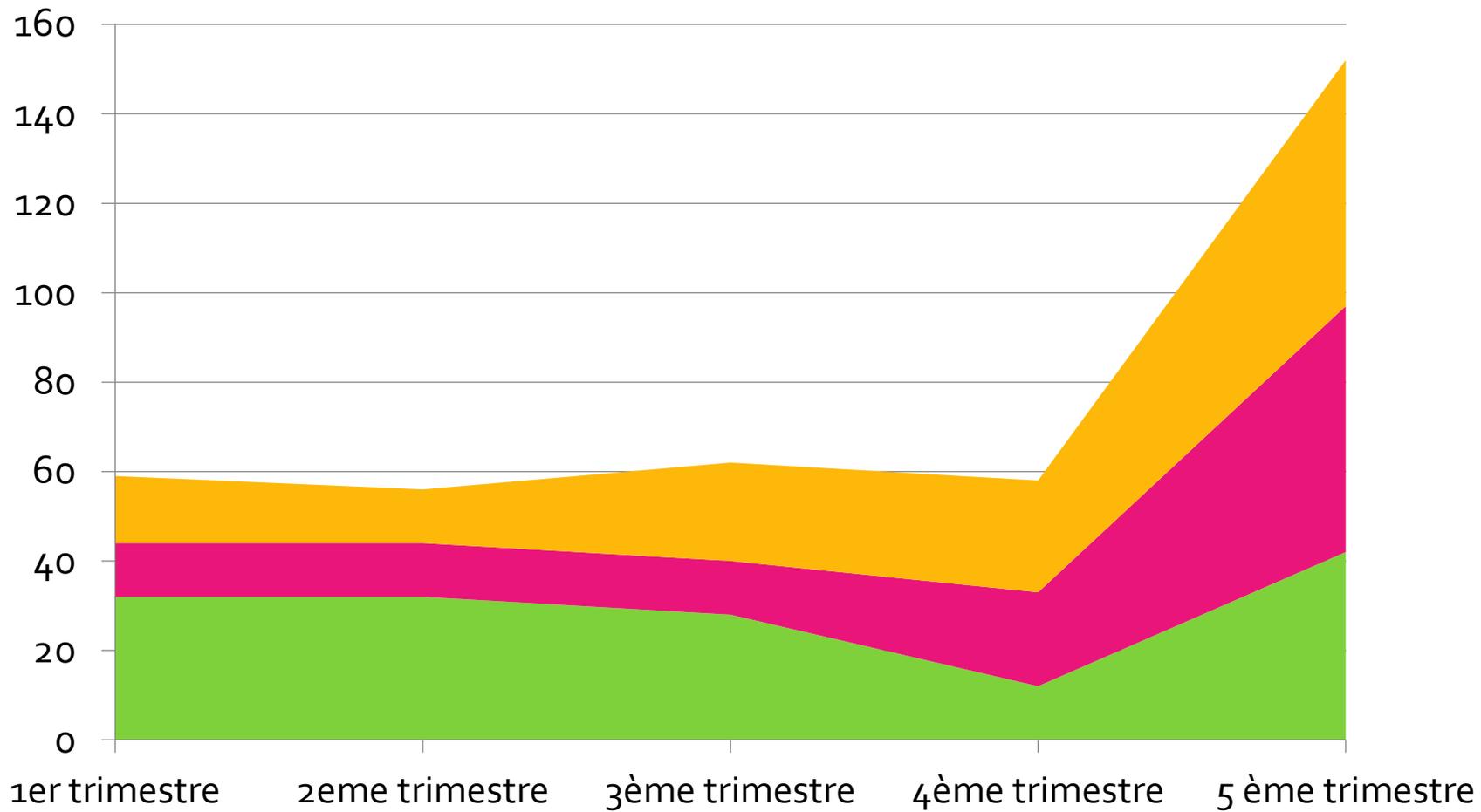
■ Histogramme

Graphique dans lequel l'effectif est porté en ordonnée et l'âge en abscisse.



■ Courbe

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



2.7. Taux intrinsèque d'accroissement naturel

- C'est la capacité d'accroissement en nombre représenté par la lettre (r). Ce taux ultime d'accroissement est appelé paramètre de Malthus. Il sert à faire le bilan de changements démographiques passés et donne la mesure de la variation de la population au cours d'une période donnée.

- Cet indicateur s'explique par deux composantes : le taux d'accroissement naturel (les naissances moins les décès) et le taux de migration (la population immigrante moins la population émigrante).

2.8. Divers types de population

- a. **Population exponentielle** : Se caractérise par un taux instantané d'accroissement constant quel que soit le temps (**r constant**).
- b. **Population logistique** : Le taux d'accroissement diminue proportionnellement à l'effectif (**r diminue**).
- c. **Population malthusienne** : c'est une population exponentielle dont la répartition par âge est invariable (**r constant**).
- d. **Population stable** : c'est une population malthusienne particulière dans laquelle la fécondité est constante (**r constant**).
- e. **Population stationnaire** : c'est une population stable particulière dans laquelle le taux d'accroissement est nul. L'effectif est donc stable (**r nul**).

2.9. Sex-ratio

- Le sex-ratio ou rapport des sexes est 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 est inférieur à un : cela signifie que dans une population naturelle, il y a plus de femelles que de mâles. Cela se comprend car les mâles produisent plus de 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 des femelles est élevé.

- Lorsque le sex-ratio est égal à 1 ou supérieur à 1, il y a anomalies dans la population, qui peuvent être dues aux:
 - Structure génétique (croisements favorisant les mâles)
 - Processus naturels de mortalité ou de natalités sélectives (en faveur des mâles)

3. Caractéristiques des populations végétales

- Les végétaux se singularisent par un certain nombre de particularités qui sont rares ou absentes chez les animaux :

- L'immobilité des végétaux, opposée à celle des animaux, facilite l'étude des populations végétales.
- Comme les animaux, les végétaux entrent en compétition pour la nourriture et pour le milieu. Mais la compétition se fait surtout pour la lumière et l'eau chez les végétaux.
- Beaucoup de plantes rejettent dans le sol ou dans l'eau des substances toxiques ou inhibitrices pour d'autres espèces. Ce phénomène est beaucoup plus rare chez les animaux.

- La multiplication végétative est fréquente chez les végétaux alors qu'elle est limitée chez les animaux. Ceci a comme conséquence la difficulté de définir un individu déterminé. Souvent le nombre d'individus est remplacé par la biomasse.
- Les dimensions des individus sont beaucoup plus variables chez les végétaux que chez les animaux. Il est possible de distinguer deux groupes d'êtres vivants :

- Ceux chez qui la taille et le poids sont pratiquement constants et caractéristiques de l'espèce (Ex.: Oiseaux); la régulation des populations s'y fait seulement par modification du nombre d'individus.
- Ceux dont la taille et le poids sont variables (végétaux: arbres en particulier, poissons, insectes); la régulation des populations se fait dans ce cas en jouant sur le nombre et sur la taille des individus.

Chapitre 2:

Variations d'abondance des populations naturelles

1. Equilibre naturel et stabilité relative des populations.

Le terme d'équilibre naturel ne sous-entend en aucun cas qu'il s'agit d'un équilibre statique. Toutes les espèces présentes dans un milieu ont, dans le temps et dans l'espace, des variations d'abondance d'amplitude variable.

Equilibre biologique



Dans les limites de leur aire géographique , les populations animales ne se multiplient jamais jusqu'à une limite supérieure qui conduirait à l'autodestruction et ne s'abaissait jamais à une limite inférieure qui entrainerait leur extinction.

2. Variations saisonnières des populations

- Les variations saisonnières d'abondance sont le plus souvent liées aux particularités physiologiques des espèces.
- L'existence d'une ou de plusieurs périodes de reproduction permet l'apparition, à une époque donnée, d'un grand nombre de jeunes.
- Une mortalité élevée ramène en fin de saison la population à une densité voisine de celle du cycle de reproduction précédent.

- D'une année à l'autre, la moyenne du nombre d'individus est donc à peu près constante.
- Les migrations saisonnières peuvent aussi jouer un rôle important.



- **Ex.1:** Les périodes d'abondance des moustiques de la Colombie Orientale sont en relation avec l'augmentation de l'humidité atmosphérique.
- **Ex.2:** Dans les cultures du seigle, les Collemboles accroissent leurs effectifs en même temps que les chaumes (pailles) augmentent de hauteur. La moisson et le labour entraînent une baisse des effectifs.



3. Pullulations

- Les populations peuvent parfois subir des variations d'abondance beaucoup plus importantes que celles que nous venons de décrire. Ces variations sont nommées **pullulations**.

- Les facteurs écologiques qui sont responsables des pullulations sont appelés facteurs de perturbation, par opposition aux facteurs de régulation.

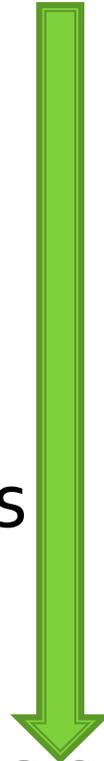
Pullulations



a. Variations brusques



b. Variations cycliques



c. Invasions ou irruptions

a. Variations brusques

Variations brusques, imprévisibles et sans cause apparente des effectifs d'une population donnée.

Ex.: Entre 1884 et 1886, la pêche du Maquereau *Scomber scomber* (Cote Est de l'Amérique du Nord) est tombée de plus de 60 millions de Kg/an à quelques millions seulement. Depuis, la population n'a pas repris ses effectifs initiaux.



b. Variations cycliques

- Les effectifs de diverses espèces varient avec un caractère cyclique, les maximums ou « pullulation » revenant à des intervalles plus ou moins réguliers.
- Cette régularité ne concerne que les intervalles entre les maximums, ceux-ci ayant une valeur souvent très différente d'un cycle à l'autre.



Ex. : Le Gastéropode marin *Purpura lapillus* se nourrit de balane (1^{er} choix) et de moules (2^{ème} choix/ laissées en paix).

- Lorsque les balanes deviennent rares, ce sont les moules qui sont exploitées et qui disparaissent peu à peu tandis que les balanes refont leurs effectifs.
- Des oscillations en alternances des populations de balanes et de moules se produisent ainsi, dues à l'action d'un prédateur.

c. Invasion ou irruption

- On désigne ainsi l'apparition de certaines espèces en dehors de leur aire normale de répartition.
- Souvent ces invasions sont temporaires et au bout d'un certain temps les zones occupées sont abandonnées.
- Parfois l'invasion est suivies par l'installation définitive de l'espèce ce qui conduit à une extension de l'aire de répartition.

Types d'invasions



a. Invasions indépendantes de la reproduction

- Conditions climatiques exceptionnelles
- Manque de nourriture

Ex.: Pendant l'hiver 1962-1963, le froid prolongé a entraîné un certain nombre de cygnes, d'oies et de canards à quitter leur aire d'hivernage normale (Hollande, Allemagne) avant de s'installer en France (Nourriture accessible).



b. Invasions liées à la reproduction

Ex.: Le Martin roselin *Pastor roseus* qui vit en Inde où sa nourriture essentielle est constituée par des criquets. Lorsque ces derniers envahissent le Sud-Est de l'Europe, le martin les suit et s'installe temporairement, surtout dans les steppes hongroises où 15 000 couples nicheurs ont été recensés (1925).



4. Introductions accidentelles ou volontaires. Colonisation des places vides

- Volontaires ou non, les introductions faites par l'Homme, aboutissent souvent à de véritables catastrophes écologiques.
- Les espèces transportées n'étant plus accompagnées de leurs parasites et prédateurs, aucun frein ne vient les limiter.
- L'occupation d'une « place vide » par une espèce nouvellement arrivée se fait le plus souvent d'une façon explosive, exponentielle.

- **Ex.:** L'étourneau *Sturnus vulgaris* arrivée en Amérique du Nord en 1890 occupe maintenant une grande partie des Etats-unis. Les 120 individus d'origine se sont probablement accrus un million de fois.



- L'introduction d'espèces dans les régions où elles n'existaient pas peut aussi aboutir à l'élimination d'espèces indigènes souvent moins compétitives .

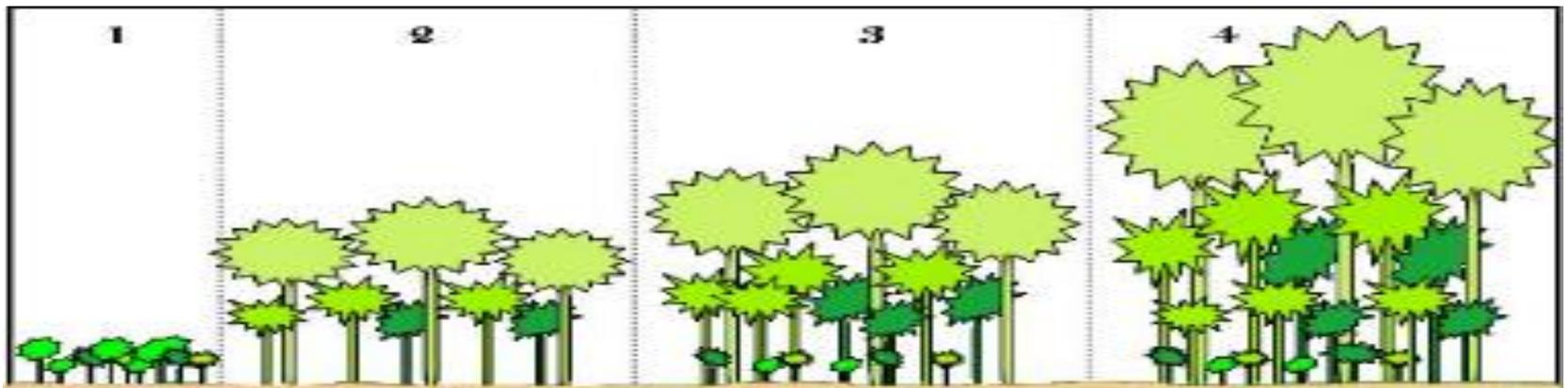
- L'évolution naturelle des écosystèmes et des biocénoses est un facteur important dans le déterminisme de l'abondance des espèces. Ceci est particulièrement net dans le phénomène de succession écologique.

Succession écologique

- Série d'étapes se succédant dans un ordre adéquat : différentes communautés végétales et animales, insectes, sols, etc... se remplacent.

- La succession commence d'habitude par une communauté assez simple **communauté de pionniers** peu à peu remplacées par d'autres jusqu'à ce que soit atteint un stade final stable: stade **Climax**.
- Chaque communauté successive changent l'environnement d'une telle façon de permettre à de nouvelles communautés d'occuper un site. Ces changements de l'environnement incluent des changements dans la composition du sol et du microclimat.

- Première communauté à s'installer sur un sol nu : **pionnière**
- Communautés subséquentes : **séries**
- Communauté finale est un état d'équilibre stable : **climax**.



CommunautéSéries.....Climax
pionnière

5.Stratégies (r) et (K) lors de la colonisation de milieux

-Colonisation d'un nouveau milieu

- Lorsqu'un milieu a subi une perturbation (éruption volcanique, grand feu, inondation, stérilisation, ...), les espèces à **stratégie r** sont les premières à s'implanter, puis elles donnent naissance à un environnement de plus en plus compétitif où les espèces à **stratégie (K)** s'imposent.
- Certaines espèces à stratégies (r) n'auraient même aucune chance de subsister dans la biosphère sans ces catastrophes. Cela définit les successions écologiques d'un écosystème perturbé.

Types de sélection impliquée dans les stratégies

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

- **La stratégie (r)**, basée sur la production d'un grand nombre de jeunes, le plus tôt possible, et une mortalité très élevée.
- **La stratégie (K)**, basée sur une durée de vie très longue, et une reproduction rare et tardive.

a. Sélection r

- La stratégie (r) est une stratégie de développement des populations d'êtres vivants dont :
 - Habitat variable / perturbé,
 - Approvisionnement en ressources vitales imprévisible,
 - Risques élevés
- Les espèces misent alors sur la reproduction avec un fort taux de croissance, pour compenser par le nombre, ce qui se traduit par une forte fécondité et de faibles chances de survie jusqu'à la maturité sexuelle.

La sélection (r) favorise :

- Durée de vie (adulte) courte
- Taille réduite
- Maturité sexuelle précoce
- Fécondité élevée
- Peu ou pas de soins parentaux
- Forte descendance
- Régime alimentaire large (Euryphage)
- Densité variable, mais faible
- Aptitude colonisatrice

Ex.: 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
 - La densité reste faible.
- Quand la mare va sécher, la population de grenouilles aura déjà accompli le cycle de vie.



b. Sélection K

- La stratégie (K) est une stratégie de développement des populations d'êtres vivants dont les conditions de vie sont prévisibles, avec un approvisionnement constant en ressources et des risques faibles : les organismes investissent dans la survie des adultes.

La sélection (K) favorise :

- Longue durée de vie (adulte)
- Organismes de grande taille
- Maturité sexuelle tardive
- Soins parentaux aux jeunes
- Fécondité modérée,
- Densité élevée,
- Aptitude compétitive.
- Populations présentent peu de jeunes mais beaucoup d'adultes

On peut parfois noter des adaptations physiologiques chez les adultes pour améliorer le développement des petits (**Ex.:** Poches des marsupiaux) et des adaptations comportementales (**Ex.:** Animaux vivant en couples fidèles pour assurer la survie de la descendance).



Selon Pianka (1970)

Condition	Stratégie r	Stratégie K
Climat	<ul style="list-style-type: none">-Variable-Imprévisible	<ul style="list-style-type: none">-Constant-Prévisible
Mortalité	<ul style="list-style-type: none">-Catastrophique-Densité indépendante-Non dirigée	<ul style="list-style-type: none">-Densité dépendante-Dirigée
Survie (courbe de croissance)	Type 3	Type 1-2
Taille de la population	<ul style="list-style-type: none">-Variable dans le temps-Déséquilibrée-Inférieure à K	<ul style="list-style-type: none">-Constante dans le temps-Équilibrée-Proche de K
Communauté	<ul style="list-style-type: none">-Non saturée-Colonisation nécessaire chaque année	<ul style="list-style-type: none">-Saturée-Recolonisation non nécessaire

Condition	Stratégie r	Stratégie K
Communauté	<ul style="list-style-type: none"> -Non saturée -Colonisation nécessaire chaque année 	<ul style="list-style-type: none"> -Saturée -Recolonisation non nécessaire
Compétition intra/inter	Variable/ Souvent faible	Très forte
La sélection favorise	<ul style="list-style-type: none"> -Développement rapide -Reproduction précoce -Petite taille -Reproduction unique 	<ul style="list-style-type: none"> -Développement lent -Reproduction retardée -Taille plus grande -Hétéroparitié (Reproduction multiple) -Aptitude compétitive plus grande
Durée de vie	Courte (<1 an)	Plus longue (>1 an)

Chapitre 3: Croissance des populations (Cas d'une seule espèce)

Les interactions entre divers individus d'une population ou d'un peuplement ont été nommées coactions. Elles sont de deux sortes:

- les unes se manifestent entre individus de la même espèce: **coactions homotypiques**,
- Les autres s'établissent entre des individus d'espèces différentes: **coactions hétérotypiques**.

Coactions homotypiques

1. Effet de groupe
2. Effet de masse
3. Compétition intraspécifique

1 . Effet de groupe



Désigne les modifications physiologiques, morphologiques ou comportementales

bénéfiques

qui apparaissent lorsque plusieurs individus de la même espèce vivent ensemble, dans un espace raisonnable et avec une quantité de nourriture suffisante.

Ex.: Chez les Têtards du crapauds *Alytes obstetricans*, la croissance est plus rapide et le poids plus élevé chez les individus élevés par 2 ou par 5 que chez les individus élevés isolément.



Chez divers mammifères et oiseaux,
la reproduction ne peut se faire normalement
que si un certain nombre d'individus sont réunis
(l'effet de groupe favorise la rencontre des sexes).

Ex. : Un troupeau d'Eléphants d'Afrique doit renfermer au moins **25 individus** pour pouvoir survivre.



Ex.: Troupe de rennes :
300-400 têtes
pour pouvoir survivre .



- Chez l'Acridien *Zonocerus variegatus* où 25% des individus isolés dès leur naissance meurent avant d'avoir atteint l'âge adulte alors que tous les animaux groupés atteignent ce stade.





- L'effet de groupe consiste chez les abeilles en une mortalité des abeilles isolées bien plus grande que celle des groupées .
- L'effet de groupe apparaît dès que deux abeilles sont réunies.
- Du point de vue physiologique, l'isolement augmente fortement le métabolisme respiratoire ; diminue le taux des lipides ; ralentit le développement des ovaires et diminue la quantité de neurosécrétion.

Phénomène des phases (Découvert par Uvarov) chez le Criquet migrateur

Locusta migratoria



Forme grégaire

- Bariolées de noir et d'orange
- Très active /Ayant un appétit plus grand
- Grandissent plus vite / Plus lourds

Forme solitaire

- Couleur verte
- Peu active

L'apparition des phases



Phénomènes hormonaux

+

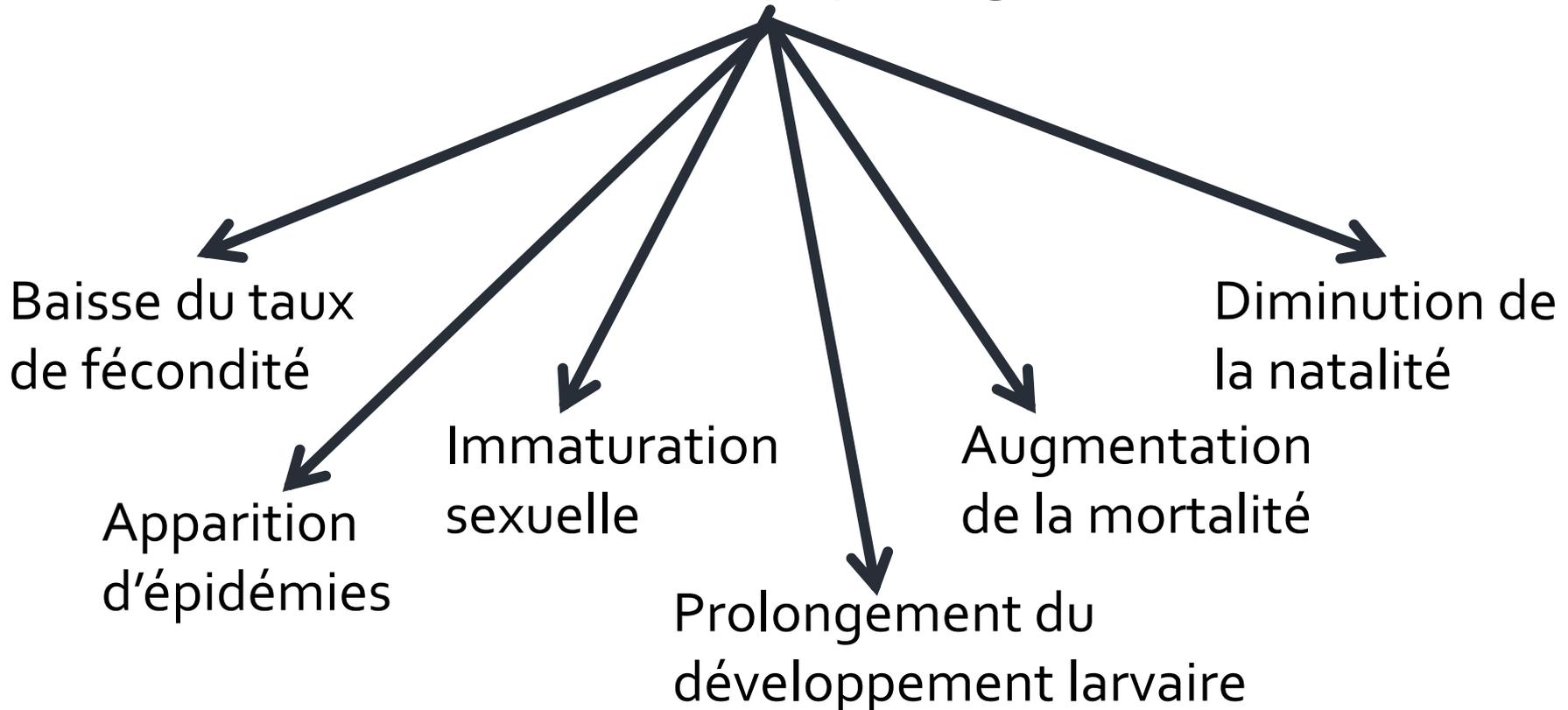
Phénomènes sensoriels

(Vue des congénères / stimuli tactiles).

2. L'effet de masse

Se produit lorsque le milieu est surpeuplé.

Il se caractérise par ses effets **néfastes** sur le métabolisme et la physiologie des individus.



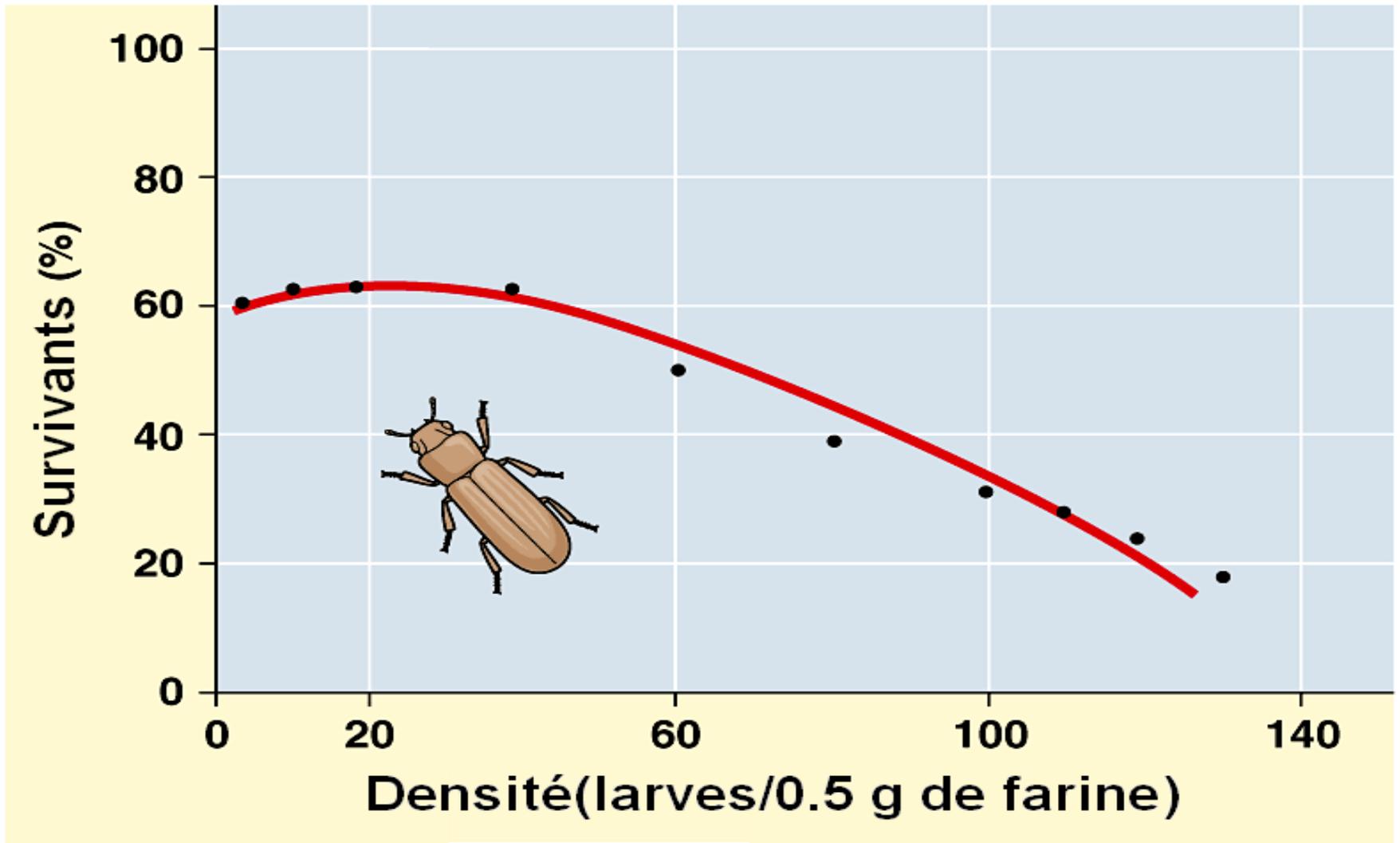
Ex.: Dans certaines colonies du Goéland argenté à forte densité d'individus, il se produit des phénomènes de cannibalisme à l'égard des nichées.





Ex.: Ténébrion (*Tribolium confusum*)

- Il existe une densité optimum pour laquelle le nombre d'œufs pondus par femelle atteint un maximum (Effet de groupe). Au-delà de cette densité optimum, la fécondité des femelles diminue.
- Lorsque la farine dans laquelle vivent ces Coléoptères contient une certaine quantité d'excréta (Sécrétions plus ou moins toxiques) → réduction de la fécondité des femelles + allongement de la durée du développement larvaire.
- Ces effets sont réversibles et cessent quand on élève à nouveau les *Tribolium* dans de la farine neuve.



Moins de jeunes atteignent la maturité sexuelle avec l'augmentation de densité (par cannibalisme des œufs)

Le cannibalisme des imagos (adultes) vis-à-vis des œufs augmente avec la densité de population.

Œufs mangés %	Densité Imagos/g de farine
7.7	1.25
98.4	40

- Le passage de l'effet de groupe favorable à l'effet de masse défavorable est souvent rapide. Chez *Locusta migratoria* il faut plus de 4 larves pour un volume de 1 000 cm³ pour que l'effet de masse se fasse sentir mais chez *Zonocerus variegatus* il suffit de 2 individus pour 2 600 cm³.

3. Compétition intraspécifique

- La compétition intraspécifique correspond à la recherche par les divers individus d'une même population d'une même ressource du milieu.

Types de compétition intraspécifique

a. Compétition directe : Se manifeste par :

- Cannibalisme
- Batailles entre mâles
- Chant des mâles (comportement territorial)





b. Compétition indirecte: se fait pour la nourriture et le lieu de reproduction et se manifeste par:

-Maintien d'une hiérarchie sociale (peck order) (les individus dominants se servent de nourriture avant les individus dominés).

Ex. : Chez quelques espèces de Ver blanc (Hanneton commun), les larves âgées de 3 ans empêchent le développement des larves jeunes (1-2 ans) en les attaquant.

***La compétition sexuelle** apparait quand un sexe est plus présent qu'un autre sur un même territoire.

****La compétition spermatique (pour la fécondation):**

Compétition entre les gamètes des différents géniteurs mâles potentiels.

Les femelles s'accouplent avec plusieurs mâles (Spermatozoïdes vivants peuvent être présents et vivants ensemble dans la femelle).



Ex.: Lors de l'accouplement de Demoiselle à ailes Noires (*Calopteryx maculata*), le mâle introduit son pénis (munie de brosse) dans la spermathèque (chambre de stockage) de la femelle et, par un mouvement de brossage, réussit à ôter 90-100% des spermatozoïdes qui s'y trouvent déjà, avant de déposer ses propres gamètes.

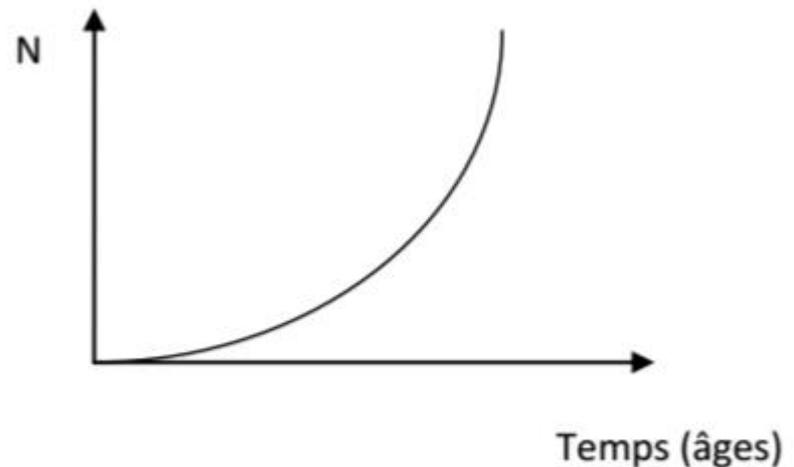
2. Etude expérimentale des populations monospécifiques

- Il existe deux types de croissance :
 - Croissance exponentielle,
 - Croissance logistique.

a. Croissance exponentielle (Courbe en J)

- Caractérisée par une augmentation exponentielle de l'effectif en fonction du temps où les conditions illimitées en espace et en nourriture (ce qui est rare dans les milieux naturels). Elle s'effondre ensuite brusquement pour atteindre une valeur presque nulle.
- 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 Voltera (1927) :

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

où

r = est le taux intrinsèque d'accroissement individuel

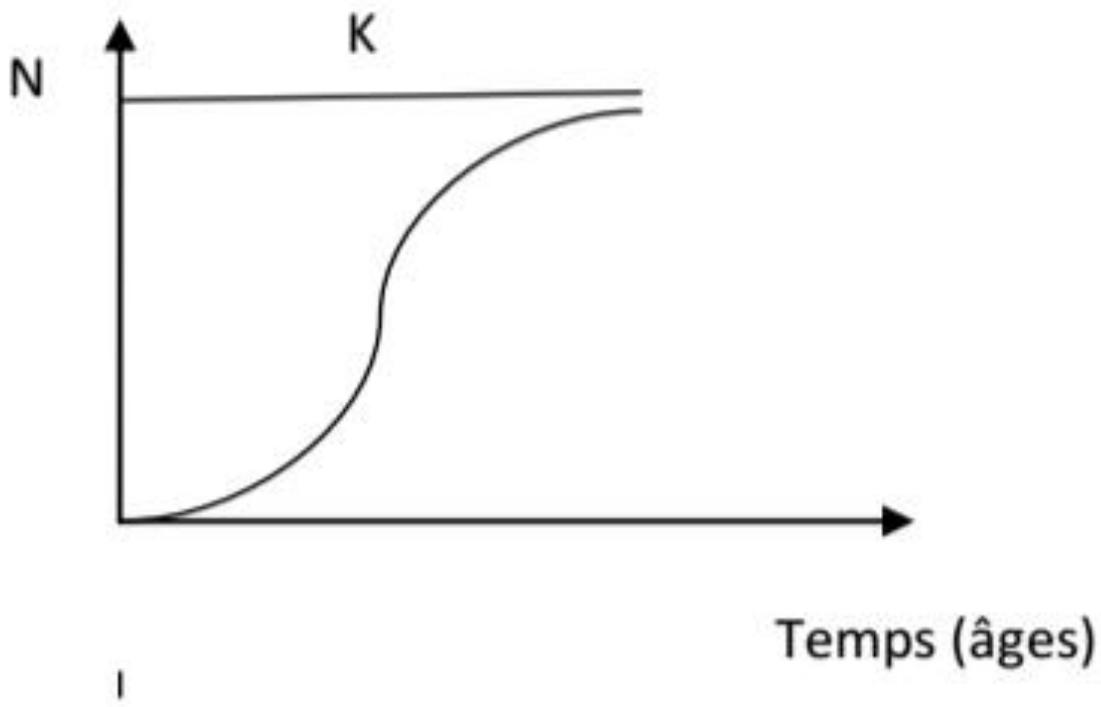
N = est l'effectif de la population considérée.

b. Croissance logistique (Courbe en S)

C'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 « capacité de charge ou effectif limite ». est donc un effectif que la population ne peut pas dépasser. 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

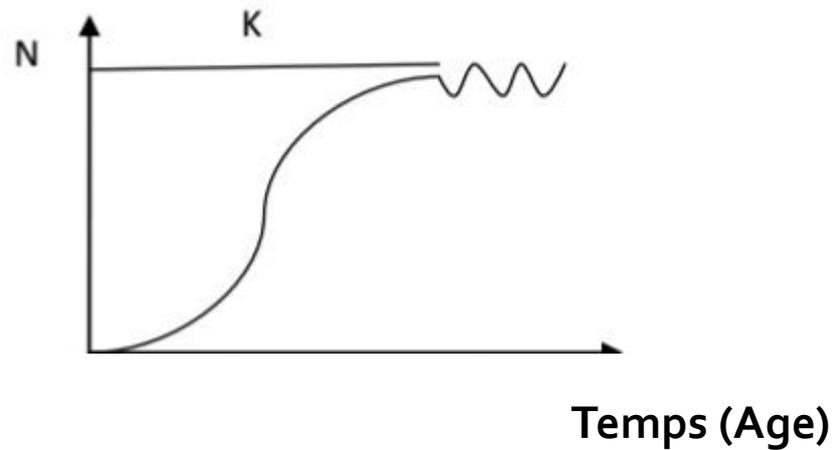
r_m est le taux d'accroissement individuel maximal,

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 ».



*Fluctuations d'une population isolée

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

- Il existe trois types de fluctuation, à savoir :
 - Fluctuation saisonnière (En onction des saisons),
 - Fluctuation annuelle (Chaque année)
 - Fluctuation séculaire (Après plusieurs années).

Il existe deux types de mécanismes de fluctuation de la population :

1/ Mécanismes intrinsèques : Mécanismes dépendant de la densité de la population et sont représentés par les effets de la compétition intra spécifique qui peut agir seule ou en association avec d'autres processus biologiques tels que la prédation, le parasitisme, etc.

2/Mécanismes extrinsèques : Mécanismes non dépendant de la densité de la population (externes) et sont représentés par les actions des facteurs climatiques, édaphiques, biotiques, etc.

CHAPITRE IV

Mécanismes de régulation des populations

1. Facteurs indépendants de la densité

1.1. Facteurs climatiques

(Voir cours de Bioclimatologie)

Le climat est le facteur clé puisqu'il cause une mortalité variable et apparait comme responsable des changements observés dans l'abondance des populations au cours des générations successives.



Ex.: *Austroicetes cruciata* (Acridien qui cause parfois des ravages en Australie). A des limites de répartition qui correspondent à des limites climatiques (pluviosité)

Action directe:

-Climat sec : peu d'œufs éclosent et beaucoup de jeunes larves meurent.

-Après des pluies importantes la mortalité est réduite et le nombre d'insectes augmente.

Action indirecte:

La sécheresse freine le développement de la végétation (insuffisance de nourriture).

1.2. Facteurs édaphiques

Le sol est un milieu complexe et dynamique.
Formation naturelle de surface, à structure
meuble et épaisseur variable.



■ 1.2. Facteurs édaphiques

Un rôle important est joué par les facteurs édaphiques (Texture, structure, acidité (pH), humidité, teneur en matière organique composition chimiques, ...) en particulier pour beaucoup d'Insectes et d'autres Invertébrés qui effectuent une partie ou même la totalité de leur développement dans le sol.



- **Ex.:** La teneur en matière organique, en argile et en sable règle le nombre d'œufs pondus par femelle de la mouche de l'oignon *Hylemya antiqua*

1.3. Relation phytophage-plante hôte

Facteurs climatiques + édaphiques



Action indirecte sur l'animal phytophage
(en modifiant les caractéristiques
de la plante hôte)

- Un insecte ne peut pondre et se nourrir que si le végétal hôte possède des propriétés (quantitatives et qualitatives) physiques et chimique bien définies.



- **Ex.:** Les chenilles âgées du lépidoptère *Cydia pomonella* qui vivent sur les arbres fruitiers recherchent pour se nymphoser des fissures et des crevasses dans l'écorce de l'arbre hôte afin d'y construire leur cocon.
- Lorsque les sites favorables sont rares, les chenilles s'installent un peu partout et la mortalité est grande chez les chrysalides mal protégées.

1.4. Comportement territorial

Dominance + comportement territorial



Limitent les effectifs des populations alors qu'il y a encore de la nourriture non consommée

Ex.: Ecureuil de la Toundra américaine (*Spermophila undulatus*)



Populations maintenues
à un niveau relativement constant

Colonies d'individus reproducteurs
ne pouvant s'accroître (Compétition territoriale des femelles
dont le nombre est fixé par le nombre de cavités disponibles
où elles peuvent s'installer).

Colonies d'individus non reproducteurs installés dans des
habitats périodiquement défavorables éliminées
Rapidement par les prédateurs (renards+ours)

1.5. L'alimentation



- La quantité de nourriture disponible joue le rôle de facteur limitant:

Ex.: les coléoptères cavernicoles (Sous-Famille des *Bathysciinae*) ont des populations bien plus abondantes dans les grottes parcourues par une rivières souterraine (Débris animaux et végétaux : nourriture) que dans les grottes où cet apport n'existe pas.

- La nourriture peut être en quantité suffisante mais inaccessible.

Ex.: Coléoptère *Chrysomela gemellata* qui se nourrit sur *Hypericum perforatum* mais s'installe seulement en terrain découvert là où les arbres sont rares ou absents et est incapable de vivre en forêt où sa plante nourricière existe pourtant.



2. Facteurs dépendants de la densité

- **2.1. Effet de la densité sur les taux de croissance des populations**

L'action des facteurs écologiques se fait sentir de plus en plus lorsque la densité augmente.

Pour toutes les espèces étudiées, le taux de croissance r est en fonction décroissante de la densité. Aucune différence n'apparaît entre les divers groupes zoologiques.

- **Ex.:** Chez la *Drosophile*, le nombre d'œufs pondus/ femelle/jour décroît rapidement lorsque le nombre de mouche/ flacon d'élevage augmente (compétition pour la nourriture et les sites de ponte).



- **Ex.:** Chez les végétaux, le nombre de graines par pied diminue lorsque la densité des plantes augmente.

2.2. Rôle de la compétition

- Les phénomènes de compétition intra spécifique et interspécifique représentent des facteurs de régulation dépendants de la densité.
- La compétition intraspécifique serait même le seul facteur parfaitement dépendant de la densité.



■ **Ex.:** La compétition larvaire entre *Bactrocera cucurbitae* (Esp a) et *Dacus ciliatus* (Esp b) a montré que pour un même nombre d'œufs introduits dans les fruits hôtes, le nombre d'adultes émergents est bien plus élevé pour *D. ciliatus*, qui, en situation de compétition larvaire interspécifique nuit à *B. cucurbitae*.



- Par rapport à *Bactrocera cucurbitae*, *Dacus ciliatus* présente des périodes de préoviposition et d'incubation courtes, ainsi qu'un fort potentiel reproductif.





2.3. Rôle de la prédation

- **Prédateur:** toute espèce qui se nourrit aux dépens d'une autre. Les phytophages, les parasites sont des cas particulier de prédateurs.



- Dans certains cas la prédation est insuffisante pour limiter les populations proies mais elle joue un rôle important en amortissant les oscillations des proies qui, sinon, pourraient être grandes.



- **Ex.:** Les effectifs des populations de *Cervus canadensis* et de *Odocoileus hemionus* sont contrôlés par la quantité de nourriture disponible en hiver.
- Cependant le puma *Felis concolor* intervient en éliminant chaque année, dans la zone étudiée de 200 à 300 animaux, empêchant ainsi des fluctuations importantes chez ces deux ongulés.....rôle d'amortisseur !

L'amortissement des fluctuations de
populations d'Ongulés



Peut éviter de sérieux dommage au milieu
(Ex.: surpâturage)



Dispersion des proies
(Pas de surpopulation locale)

2.4. Rôle des maladies et des parasites

La mortalité due aux maladies et aux parasites est souvent une fonction croissante de la densité et elle peut jouer un rôle dans la régulation des populations d'insectes.



Lutte biologique à l'aide de parasites entomophages, de champignons ou de virus pathogènes.

Au Congo, la peste bovine (La mixomatose) est un facteur de mortalité considérable chez le buffle. Cette maladie virale se propage beaucoup plus vite dans les populations denses.



- L'action de plusieurs parasites est souvent plus efficace que l'action d'un seul en raison de la grande variabilité de la biologie de ces parasites (rôle complémentaire).

Conclusion

- Les facteurs qui peuvent agir sur l'abondance des populations sont fort variés. Souvent ces facteurs n'agissent pas seuls mais plusieurs interviennent simultanément .

Références bibliographiques

- **Dajoz R. (1974)**: Dynamique des populations. Edition Masson , 301p.
- **Dajoz R. (2006)** : Précis d'Ecologie. 8^{ème} édition. Edition Dunod. 631p.
- **Faurie C. ; Ferra C. ; Médori P. ; Dévaux J. ; Hemptinne J.L. (2011)** : Ecologie : Approche scientifique et pratique. 5^{ème} édition. Edition Lavoisier. 407p.
- **Faurie C. ; Ferra C. ; Médori P. ; Dévaux J. ; Hemptinne J.L. (2012)** : Ecologie : Approche scientifique et pratique. 6^{ème} édition. Edition Lavoisier. 488p.
- **Frontier S. ; Pichod-Viale D. ; Leprêtre A. ; Davoult D. ; Luczak C. (2008)** : Ecosystème : Structure, Fonctionnement, Evolution. 4^{ème} édition. Edition Dunod. 558p.
- **Ramade F. (2009)** : Elément d'Ecologie : Ecologie fondamentale. 4^{ème} édition. Edition Dunod. 689p.
- **Raven R.H. ; Berg L.R. ; Hassenzahl D.M. (2009)** : Environnement. Edition De Boeck Université. 687p.
- **Raven R.H. ; Evert R. ; Eichhorn S. (2014)** : Biologie végétale. Edition De Boeck Université. 781p.
- **Ricklefs R.E. ; Miller G.L. (2005)** : Ecologie. Edition De Boeck Université. 821p.