

Dynamique de populations

Un des objectifs essentiels de la dynamique des populations tient en l'étude des mécanismes qui régulent les effectifs de chaque population d'êtres vivants et contrôlent sa répartition et son abondance.

1- Principaux paramètres écologiques propres aux populations

2- Paramètres descriptifs d'une population

3- Lois de croissance des populations et stratégies adaptatives

4- Répartitions spatiales et temporelles des populations

5- Régulation de la taille des populations

1- Principaux paramètres écologiques propres aux populations

Méthode d'étude des effectifs
suivant le type de populations :

Les populations constituées
d'organismes fixés (végétaux ou
invertébrés sessiles)
.....**le problème de
l'échantillonnage**

Les populations constituées
d'organismes mobiles.....problèmes
de décompte des
individus d'autant plus que les
animaux sont mobiles et petits.



1-Comptage absolu des effectifs

comptage direct des individus à un instant t.

Elle est possible sur **les végétaux** sur de petites surface.

D'autre part les moyens technologiques permettent de l'appliquer à certaines populations animales : radars pour les oiseaux, les mammifères et même les amphibiens ou photographie infrarouge pour les homéothermes.



2- Estimation d'effectifs

Plusieurs méthodes adaptées aux populations qui impliquent dans un premier temps une stratégie d'échantillonnage: méthode des **plots** (régulier) ou des **quadrats** (aléatoire) pour des organismes peu mobiles ou pour des prélèvements d'échantillons, méthode des **transects** pour les dénombrements à vue.

Les prélèvements d'échantillons sont très largement utilisés pour les individus de **petite taille** (généralement invertébrés) : faune du sol, plancton aquatique, benthos des rivières...

Pour les individus de plus grande taille et donc plus difficiles à capturer, cette méthode est impossible car les prélèvements deviennent trop aléatoires

• **Méthode des piégeages** (la population est sédentaire (petits mammifères, insectes)).

$$N = C12 / (C1 - C2)$$

$$C1 = pN$$

valable que si C1 et C2 sont suffisamment grands sinon elle devient aléatoire

- **Méthode des marquages, captures, recaptures**

Elle permet aussi de connaître les taux de naissance ou de décès, les déplacements des individus et dans certains cas les dimensions de leur habitat. Ces possibilités très diverses d'utilisation expliquent son emploi fréquent par les biologistes.

$$N = n \times p/a$$

N : Effectif total de la population

n : nombre d'individus capturés la première fois

p : nombre d'individus capturés après 24 heures

a : nombre d'individus capturés et marqués

**la population est fermée : taille fixe,
aucune mortalité, aucune migration**

- **Méthode par comptage direct**

Elle se réalise en dénombrant les **contacts visuels** (grands mammifères) ou auditifs (oiseaux nicheurs) obtenus le long de transects fixés.

Les résultats ne donnent pas d'effectifs absolus mais permettent de comparer les données à des dates différentes.

L'indice généralement calculé dans ce cas se nomme indice kilométrique d'abondance :

$IKA = \text{nombre de contacts} / \text{distance parcourue en km}$

2- Paramètres descriptifs d'une population

La densité s'exprime en nombre d'individus rapporté à l'unité de surface.

On exprime la densité des arbres en nombre d'individus par hectare, celle des arthropodes de la litière en nombre de sujets par m².

On peut aussi calculer des biomasses par unité de surface : biomasse de poisson d'un étang (kg/ha).

Densité brute : effectif total de la population / surface totale du biotope étudié.

Densité écologique : effectif total de la population / surface d'habitat réellement disponible pour la population étudiée.

L'abondance relative est la densité de la population par rapport à la densité d'un ensemble d'espèces.
Elle permet de connaître la composition d'un peuplement.

La natalité constitue le principal facteur d'accroissement des populations.
On distingue toujours **la natalité maximale** (physiologique) et **la natalité réelle**. La première traduit le potentiel biotique de l'espèce.

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



La mortalité constitue le second paramètre d'importance fondamentale.

Le taux de mortalité caractérise le nombre de morts survenues dans un intervalle de temps donnée, divisé par l'effectif total au début de l'intervalle de temps.

La mortalité écologique, ou réelle, caractérisent la disparition d'individus dans des conditions environnementales données.

Elle varie en fonction des populations et des facteurs du milieu.

Il existe une **mortalité minimale** théorique qui représente le taux de disparition des individus en absence de facteurs limitants : c'est **la longévité maximale**.



Le sex-ratio est le rapport entre le nombre d'individus appartenant au sexe mâle et au sexe femelle que comporte une population.

Le sex-ratio des populations est généralement équilibré que les espèces soient **gonochoriques** ou **hermaphrodites**.

Les seules populations naturelles dans lesquelles le sexratio est profondément déséquilibré, sont celles des espèces parthénogénétiques (puceron, abeille).

Chez les vertébrés, il existe un léger **excès de mâle** à la naissance.

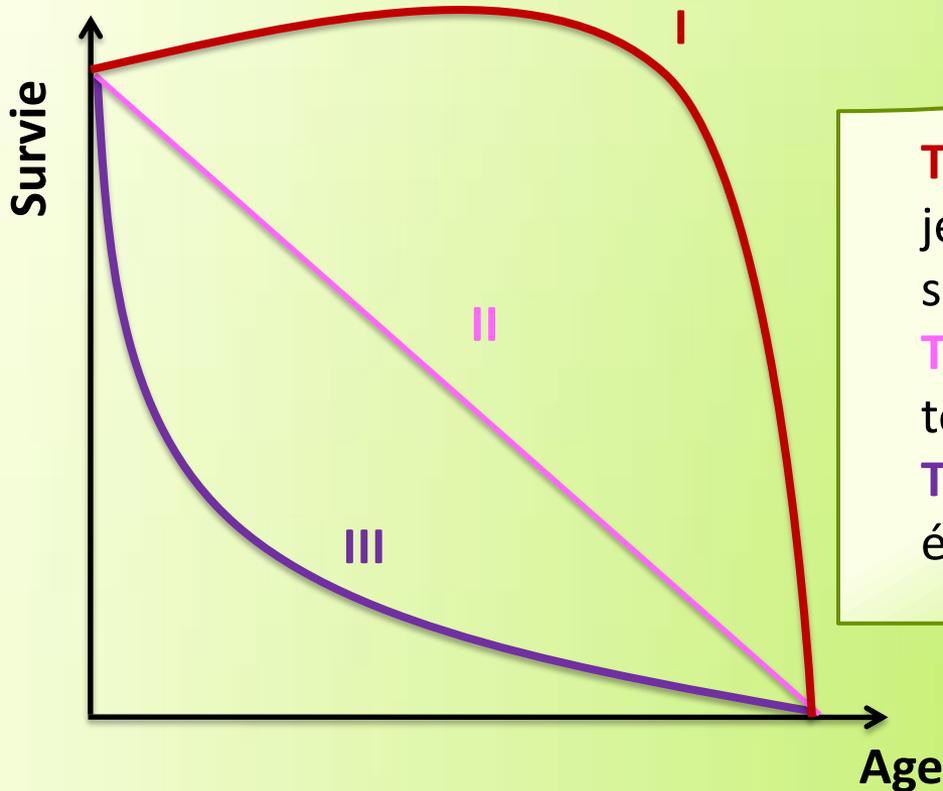
Chez les adultes, le sex-ratio évolue en fonction du climat mais aussi de la survie de chacun des sexes.

Seuls **les rongeurs** possèdent des populations légèrement déséquilibrées dans un sens ou l'autre en fonction des espèces



La survie est la réciproque de la mortalité.

Le nombre de survivants est habituellement plus intéressant que le nombre de décès quoique la mortalité soit souvent exprimée comme une espérance de vie (le nombre moyen d'années à vivre dans le futur par les membres de la population d'un âge donné).



Type I : montre une bonne survie des jeunes avec de forts taux de décès seulement dans la vieillesse

Type II : montre une mortalité continue tout au long de la vie

Type III : représente une mortalité très élevée chez le jeune

Indices écologiques

Qualité d'échantillonnage

la qualité d'échantillonnage est donnée par la formule suivante :

$$Q = a / N$$

a est le nombre des espèces de fréquence 1.

N est le nombre de relevés.

Il permet de savoir si la qualité de l'échantillonnage est bonne.

Plus ce rapport a / N se rapproche de 0 plus la qualité est élevée



Richesse totale (S)

La richesse totale (S) est le nombre des espèces trouvées dans un échantillon

Richesse moyenne (Sm)

La richesse moyenne correspond au nombre moyen des espèces présentes dans N relevés

Abondance relative (A.R. %)

L'abondance relative (A.R. %) est le rapport du nombre des individus d'une espèce ou d'une catégorie, d'une classe ou d'un ordre n_i au nombre total des individus de toutes les espèces confondues N

Elle est calculée selon la formule suivante :

$$A.R. = (n_i * 100) / N$$

A.R.i % est l'abondance relative.

n_i est le nombre des individus de l'espèce prise en considération.

N est le nombre total des individus de toutes les espèces présentes confondues.

Fréquence d'occurrence et constance des espèces-proies

La fréquence d'occurrence est le rapport exprimé sous la forme d'un pourcentage du nombre de relevés contenant l'espèce i prise en considération au nombre total de relevés.

$$I.O. = (p*100)/N$$

I.O. (%) est l'indice d'occurrence.

P est le nombre de relevés contenant au moins une proie de l'espèce i .

N est le nombre total de relevés réalisés.

- Une espèce est omniprésente si $I.O. = 100\%$.
- Elle est constante si $75\% < I.O. < 100$.
- Elle est régulière si $50\% < I.O. < 74\%$.
- Elle est accessoire si $25\% < I.O. < 49\%$.
- Elle est accidentelle si $5\% < I.O. < 25\%$.
- Elle est rare si $I.O. < 4\%$.



Indice de diversité de Shannon-Weaver

Cet indice est actuellement considéré comme le meilleur moyen pour traduire la diversité Cet indice est donné par la formule suivante :

$$H' = - \sum_{n=1}^N q_i \log_2 q_i$$

H' est l'indice de diversité exprimé en unités bits.

q_i est la fréquence relative d'abondance de l'espèce i prise en considération.

Si $H' < 3$ bits, on a une faible diversité.

Si $3 \leq H' < 4$ bits, on a une diversité moyenne.

Si $H' \geq 4$ bits, la diversité est élevée.



Indice d'équitabilité

L'indice d'équitabilité est le rapport de la diversité observée H' à la diversité maximale H'_{\max}

$$E = H' / H'_{\max}$$

La diversité maximale (H'_{\max}) est représentée par la formule suivante :

$$H'_{\max} = \text{Log}_2 S$$

S est le nombre total des espèces présentes

Les valeurs de l'équitabilité varient entre 0 et 1.

Elles tendent vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs correspondent à une seule espèce du peuplement et se rapprochent de 1 lorsque chacune des espèces est représentée par le même nombre d'individus

Si $E < 0,5$ la régularité est **faible** et les espèces ne sont pas équitablement réparties.

Si $E > 0,5$ (ou égale à 0,7), la régularité est **élevée** et les espèces sont équitablement réparties

Biomasse relative des espèces-proies

La biomasse relative ou pourcentage en poids (B%) est le rapport du poids des individus d'une espèce-proie déterminée (P_i) au poids total des diverses proies (P)

$$B \% = (P_i * 100) / P$$

B (%) est la biomasse relative.

P_i est le poids total des individus appartenant à l'espèce-proie i .

P est le poids total des individus des diverses proies présentes.

Type de répartition des espèces aviennes

Les individus qui constituent une population peuvent présenter divers types de répartitions spatiales traduisant leurs réactions vis-à-vis de diverses influences telles que la recherche de la nourriture ou de conditions physiques favorables, ou comme les réactions de compétition.

La variance σ^2 est donnée par la formule suivante :

$$\sigma^2 = \frac{\sum (x - \bar{m})^2}{n - 1}$$

n est l'ensemble de prélèvements; m est le nombre moyen des individus notés par prélèvement.

La répartition est du type uniforme quand la variance σ^2 est nulle.

La répartition est régulière quand la variance σ^2 est plus faible que la moyenne m.

L'indice de dispersion **i.d.** est calculé à l'aide de la formule suivante :

$$\text{i.d.} = \frac{\sigma^2}{m}$$

Si **i.d.** tend vers 0, la répartition est uniforme.

Si **i.d.** est inférieur à 1, la répartition est du type régulier.

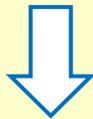
Si **i.d.** est égal à 1 on a une répartition aléatoire.

Si **i.d.** est supérieur à 1 la répartition est du type contagieux.

Lois de croissance des populations et stratégies adaptatives

Lois de croissance des populations

L'accroissement démographique exponentiel



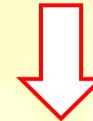
L'équation suivante exprime la variation de la taille de la population au cours d'une période donnée :

$$dN / dt = bN - mN$$

t : temps; N : taille de la population

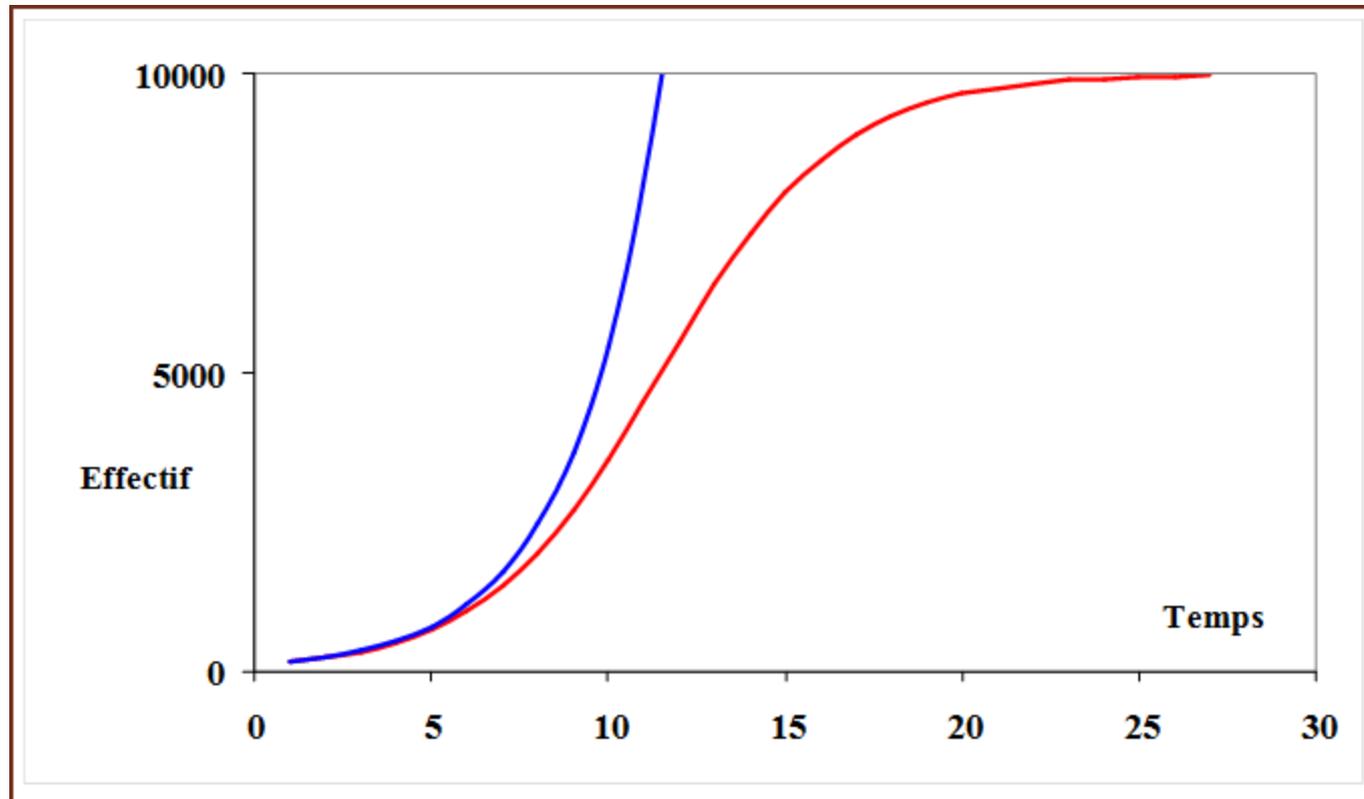
b : taux de natalité m : taux de mortalité

L'accroissement démographique logistique



L'équation qui régit l'accroissement démographique :

$$dN / dt = r \max N (K - N) / K$$



Courbe bleue : croissance exponentielle d'une population.

Courbe rouge : courbe sigmoïde de croissance d'une population.

La différence entre la courbe bleue (exponentielle = pas de facteur limitant) correspond à la résistance du milieu.

Les stratégies adaptatives

Notion de stratégie adaptative



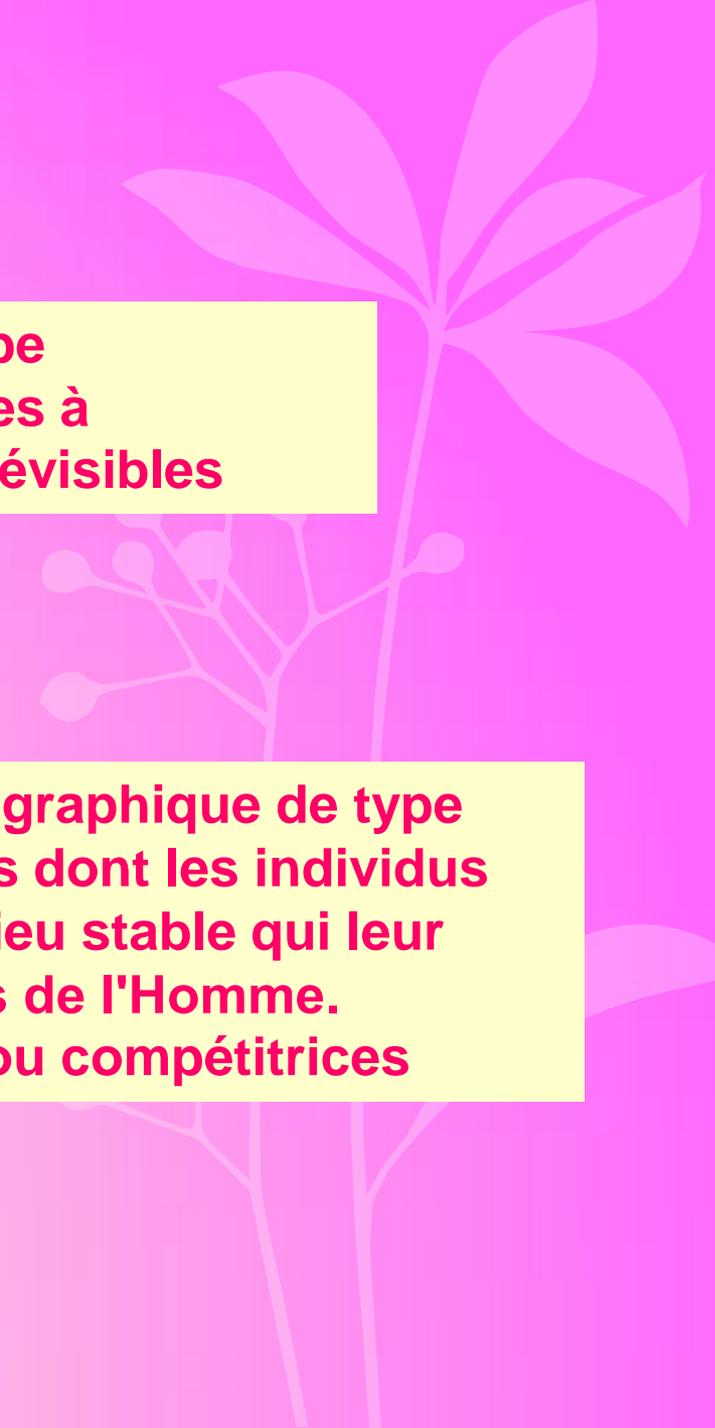
Le cycle de vie des organismes résulte d'un ensemble de traits qui contribuent à leur survie et à leur reproduction



Ces combinaisons complexes de traits ont été appelées stratégies

Les stratégies adaptatives sont des ensembles de traits coadaptés, modelés par le jeu de la **sélection naturelle**, pour résoudre des problèmes écologiques particuliers

Comparaison des stratégies r et K



Les espèces ayant une croissance de type exponentiel sont des stratégies r : espèces à croissance rapide dans des milieux imprévisibles

Les espèces ayant une croissance démographique de type logistique sont des stratégies K : espèces dont les individus ont une durée de vie longue dans un milieu stable qui leur laisse le temps de s'installer, C'est le cas de l'Homme. Ce sont des espèces dites spécialisées ou compétitrices

Traits de vie	Espèce opportuniste	Espèce spécialisée
Durée de vie	brève	longue
Mortalité	souvent catastrophique densité indépendante	plus dirigée densité dépendante
Taux de mortalité	souvent élevé généralement	faible
Taille de la population	variable, en déséquilibre	assez constante, en équilibre
Nombre de reproductions au cours de la vie plusieurs	généralement une	souvent
Age de la première reproduction	précoce	avancée

**Nombre de jeunes produits
par reproduction**

élevé

restreint

Temps de maturation

court

long

Taille des petits ou des œufs

petite

grande

Soins parentaux

nuls

souvent considérables

Mécanismes homéostatiques

limités

souvent perfectionnés

Stratégie r

Stratégie K



ces deux modèles de base sont aujourd'hui considérés comme simplistes.
Tous les intermédiaires entre des deux grandes stratégies sont possibles.

De plus, ces modèles sont modulés lors de la confrontation au milieu naturel
où les populations ne sont pas isolées.

Répartitions spatiales et temporelles
des populations



Répartitions spatiales et temporelles des populations

Hétérogénéité du milieu

cas A : une utilisation indifférenciée, opportuniste par l'ensemble des individus de la population. C'est une espèce généraliste composée d'individus **généralistes**.

cas B : une utilisation globale indifférenciée de la population, mais avec spécialisation des individus car chaque individu n'exploite qu'un type de ressource. C'est une espèce généraliste composée d'individus **spécialisés**.

cas C : une utilisation sélective du milieu par l'ensemble de la population. C'est une espèce spécialiste

Déplacement des populations : les migrations

Les migrations sont des mouvements réguliers de départs et de retours, effectués sur un rythme quotidien ou saisonnier.

Il ne faut pas les confondre avec les mouvements d'**immigration** ou d'**émigration** qui ne se produisent que dans un seul sens.

Migration quotidienne : Certains copépode

Migration annuelles : Elles sont liées à l'alternance des saisons favorables et défavorables. **Chez les oiseaux**, les migrations sont largement répandues



cigogne blanche en migration



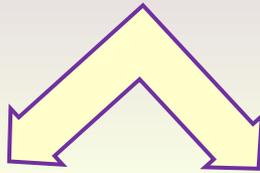
Ciconia ciconia

Migrations pluriannuelles : Les poissons présentent aussi des migrations considérables

Régulation de la taille des populations

Régulation intraspécifique des populations

Régulations interspécifiques des populations



Facteurs indépendants de la densité

Facteurs dépendants de la densité

Facteurs abiotiques

Compétition intraspécifique

Facteurs biotiques

