

Biologie des populations et des organismes

Dr Gherib Amina

Université Echahid Hama Lakhdar El Oued

Faculté des sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie



Table des matières

Objectifs	3
I - Thème2 :Dynamique des populations	4
1. Introduction	4
2. Interactions population et son environnement	5
3. Principaux Méthode d'étude des effectifs des populations.....	6
4. Principaux paramètres descriptifs d'une population	8
5. Lois de croissance des populations	11
6. Exercice : J'ai bien compris	12
7. Exercice : J'ai bien compris	12
8. Exercice : J'ai bien compris	12
9. Les stratégies adaptatives	13
10. Stabilité et régulation des populations	14
Solutions des exercices	15
Bibliographie	16
Webographie	17

Objectifs



Le cours "Biologie des populations et des organismes" vise à :

- **Connaître** les notions de base de l'**écologie**.
- **Comprendre** que la population constitue l'**unité fondamentale** de toute **biocénose**.
- **Comprendre** que les communautés animales et végétales propres à chaque écosystème soient l'expression du **rassemblement** d'un important **nombre de populations** appartenant à l'un ou à l'autre des grands règnes d'êtres vivants qui **interagissent** les unes avec les autres et qu'une population possède ses caractéristiques.
- **Découvrir** les principaux **paramètres descriptifs** d'une population et les différents **méthodes d'étude** de leurs **effectifs**.

A l'issue de ce cours, vous serez capables de :

- **Montrer** le type de **croissance** d'une population.
- **Décrire** les facteurs qui **régule** et peuvent limiter **la taille de la population** .
- **Interpréter** les fluctuations de la population.
- **Comparer** entre les stratégies adaptatives r et K.

Thème2 : Dynamique des populations



1. Introduction

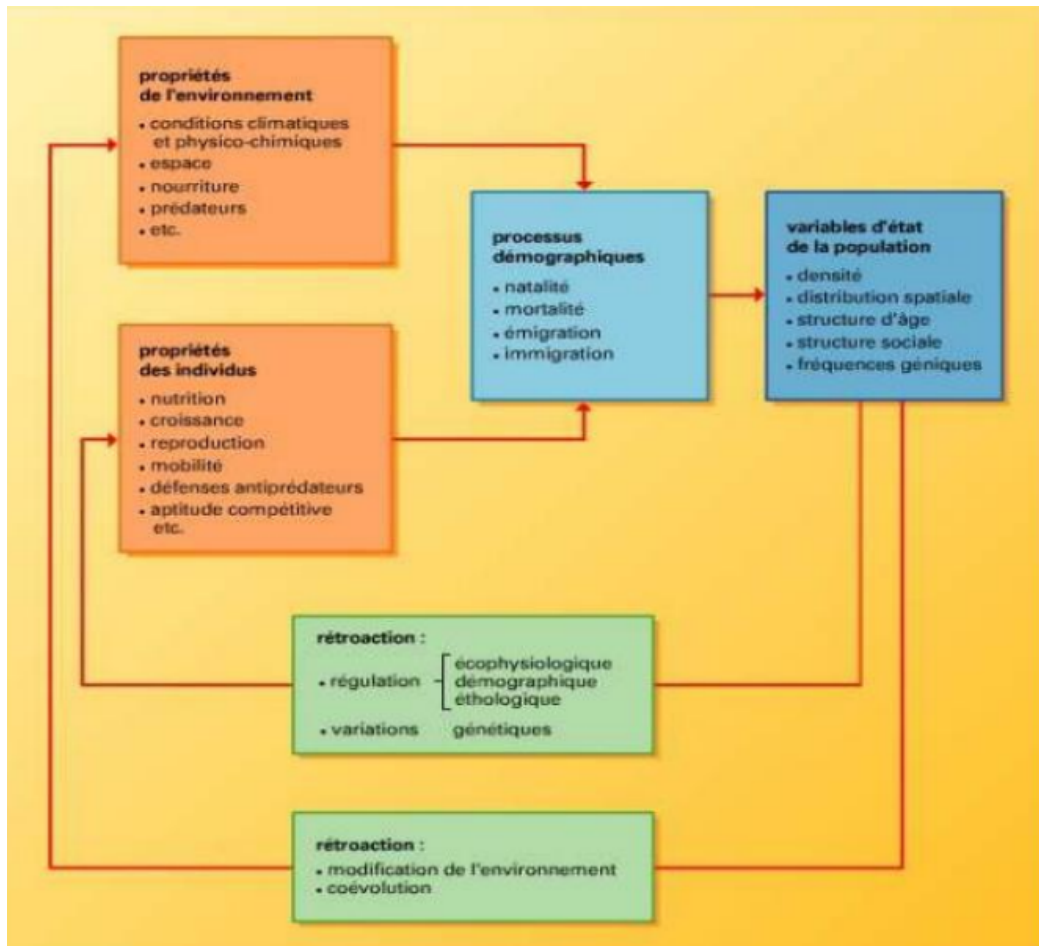


La **dynamique des populations** appelée **démoécologie** forme avec la génétique des populations la discipline appelée la biologie des populations. C'est une discipline de l'écologie ; cette dernière signifiant la science globale dont l'objet est l'étude des interrelations des êtres vivants avec leur environnement.



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.

Il faut notamment mettre en relief l'existence des rétroactions exercées par l'ensemble de la population sur les propriétés de chaque individu comme sur celles de l'environnement .



Principaux éléments intervenant dans la dynamique du système

2. Interactions population et son environnement

Une population est souvent en **échange** avec d'autres populations (phénomènes d'**immigration** et d'**émigration**)

Métapopulation



Le concept de métapopulation a été introduit par **Andrewartha et Birch en 1954** qui écrivent qu'une **population naturelle** occupant une large région est constituée d'un ensemble de populations locales qui peuvent montrer des **dynamiques individuelles propres**, allant dans différentes directions au même moment. *Levins a le premier utilisé le terme métapopulation pour décrire son concept de « population de populations qui s'éteignent localement et recolonisent les sites inoccupés ».**

*L'ensemble de populations d'individus** d'une même espèce séparées spatialement ou temporellement et étant **interconnectées** par la **dispersion**.



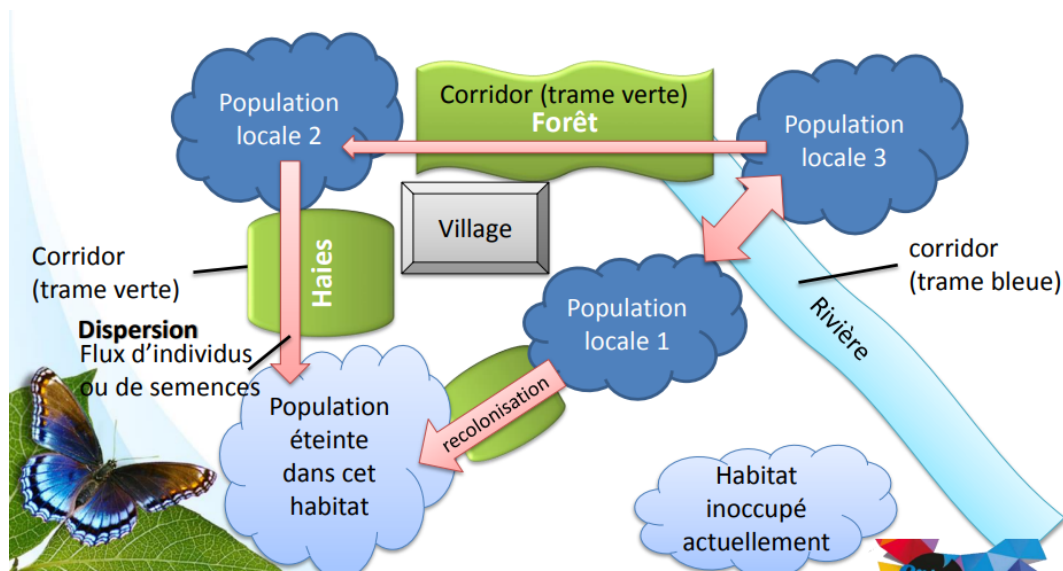
- Une population locale habite dans une tache d'habitat (« habitat patches »). À un moment donné, une tache d'habitat peut être inoccupée, et peut alors être colonisée par des individus provenant d'une autre tâche.
- Les perturbations (biotope, prédateurs) sont susceptibles de faire disparaître certaines populations locales.
- L'espèce ne disparaît pas de cette zone par recolonisation à partir d'une autre population locale. On parle de population Source et population Puits.
- Cette connectivité limite les différences génétiques entre populations et s'oppose à la *spéciation**

Le principe d'Alleele : Chez certaines espèces animales ou végétales, lorsque plusieurs individus vivent en groupe, on observe un effet bénéfique sur la survie et la fécondité des individus. On parle alors de **l'effet de groupe**.

Lorsque la densité le milieu devient surpeuplé (densité optimale), la tendance s'inverse et l'effet devient néfaste. On parle alors de **l'effet de masse**.*



La métapopulation est l'ensemble de populations d'individus d'une même espèce séparées spatialement (dans des écosystèmes plus ou moins proches ou éloignés spatialement mais qui échangent des individus et donc des allèles) entre elles ou temporellement et étant interconnectées par la dispersion.



Exemple de Métapopulation



Les populations locales peuvent former **des écotypes** ayant des adaptations locales

3. Principaux Méthode d'étude des effectifs des populations

La population



Une population représente les individus d'une **même espèce**, les limites dépendent de l'objectif de l'étude. Les individus d'une population peuvent communiquer entre eux, ils interagissent : pour l'accouplement ou entrer en concurrence pour les ressources alimentaire ou pour les habitats, ils peuvent aussi coopérer pour une meilleure exploitation de ces ressources.

Méthode d'étude des effectifs



Afin de pouvoir **étudier** les populations, il faut d'abord connaître **leurs effectifs** dans les écosystèmes.

L'évaluation est totalement différente suivant le type de populations : les populations constituées d'**organismes fixés** (végétaux ou invertébrés sessiles) et les populations constituées d'**organismes mobiles**. Dans le premier cas se pose uniquement le problème de l'échantillonnage. Par contre dans le second se pose de vrais problèmes de décompte des individus d'autant plus que les animaux sont mobiles et petits.

Comptage absolu des effectifs

Cette méthode se fait par **comptage direct** des individus à un instant t. Elle est possible sur les végétaux quand on traite de petites surfaces. 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**.

Estimation des effectifs

Les prélèvements d'échantillons sont très largement utilisés pour les individus de petite taille (généralement invertébrés) : **faune du sol**, **plancton aquatique**, **benthos des rivières...** Ils consistent à effectuer des prélèvements tous identiques suivant le plan d'échantillonnage adéquat. Le problème reste alors de définir **le volume le plus efficace à prélever** qui dépend étroitement de la population étudiée et de son milieu. Dans ce cas, on prélève tous les individus de **l'échantillon** que l'on dénombre en laboratoire puis on essaie d'**extrapoler les résultats à la population totale**.

Pour les individus de plus **grande taille** et donc plus **difficiles à capturer**, cette méthode est impossible car les prélèvements deviennent trop aléatoires. Trois méthodes peuvent être alors utilisées

Méthodes de piégeages

Ce modèle fonctionne si la population est **sédentaire** (petits mammifères, insectes). Soit N l'effectif total de la population étudiée (que l'on cherche à estimer). On considère que tous les individus ont la même probabilité p d'être capturés.

Méthode des marquages, captures, recaptures

Cette méthode permet de fournir une estimation de l'effectif de la population. 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'utilisations expliquent son emploi fréquent par les biologistes.

Le modèle de Lincoln, Petersen et Bailey est basé sur les quatre hypothèses suivantes :

1. l'échantillonnage **des individus** est **aléatoire** : chaque individu a les **mêmes chances** d'être pris quelles que soient **sa position** dans l'habitat et son **histoire antérieure de capture**
2. les animaux **marqués** ne sont pas affectés par leur marquage et conservent leurs marques pendant toute l'expérience.
3. les individus marqués sont **relâchés** de telle façon que leur distribution dans la population soit voisine de celle existant avant la capture. Le respect de cette hypothèse dépend de la mobilité de l'espèce et de l'influence éventuelle du marquage sur son comportement.
4. **le temps nécessaire pour capturer, marquer et relâcher** les animaux est **court** par rapport aux intervalles de temps séparant deux échantillonnages. Ces intervalles ne sont pas forcément égaux, leur longueur dépend de **l'espèce** et du **problème étudié**.



Méthode des marquages, captures, recaptures

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**= nombre de contacts/ distance parcourue en Km

4. Principaux paramètres descriptifs d'une population



La connaissance de **la densité** d'une population constitue un **paramètre** démoécologique **primordial**.

La densité



La densité s'exprime en **nombre d'individus rapporté à l'unité de surface**. Cette dernière est choisie en tenant compte de l'abondance de l'espèce.



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)**.



Il est important de distinguer la densité brute et la densité écologique.

1. **Densité brute** : effectif total de la population / surface totale du biotope étudié.
2. **Densité écologique** : effectif total de la population / surface d'habitat réellement disponible pour la population étudiée.

La natalité

****La natalité constitué* le principal facteur** d'accroissement des populations.

On distingue toujours

- **la natalité maximale** (physiologique)
- **la natalité réelle**.

La mortalité

La mortalité constitue le second paramètre d'importance fondamentale. Le taux de mortalité caractérise le nombre de morts survenues dans un intervalle de temps donné, divisé par l'effectif total au début de l'*intervalle de temps*.*

Tables et courbes de survie

Tables et courbes de survie : L'étude des **phénomènes démoécologiques** nécessite de répartir les effectifs de la population en un certain nombre de groupes ou **classes d'âge** et de suivre leur devenir en fonction du temps. Selon les possibilités, on étudiera des générations des **cohortes**.

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

Âge	Femelles				Mâles			
	Nombre d'individus vivants au début de l'intervalle	Proportion de survivants au début de l'intervalle	Nombre de morts pendant l'intervalle	Taux de mortalité	Nombre d'individus vivants au début de l'intervalle	Proportion de survivants au début de l'intervalle	Nombre de morts pendant l'intervalle	Taux de mortalité
0-1	459	1,00	207	0,45	475	1,00	227	0,48
1-2	252	0,549	125	0,50	248	0,522	140	0,56
2-3	127	0,277	60	0,47	108	0,227	74	0,69
3-4	67	0,146	32	0,48	34	0,072	23	0,68
4-5	35	0,076	16	0,46	11	0,023	9	0,82
5-6	19	0,041	10	0,53	2	0,004	0	1
6-7	9	0,02	4	0,44	0			
7-8	5	0,011	1	0,20				
8-9	4	0,009	3	0,75				
9-10	1	0,002	1	1				

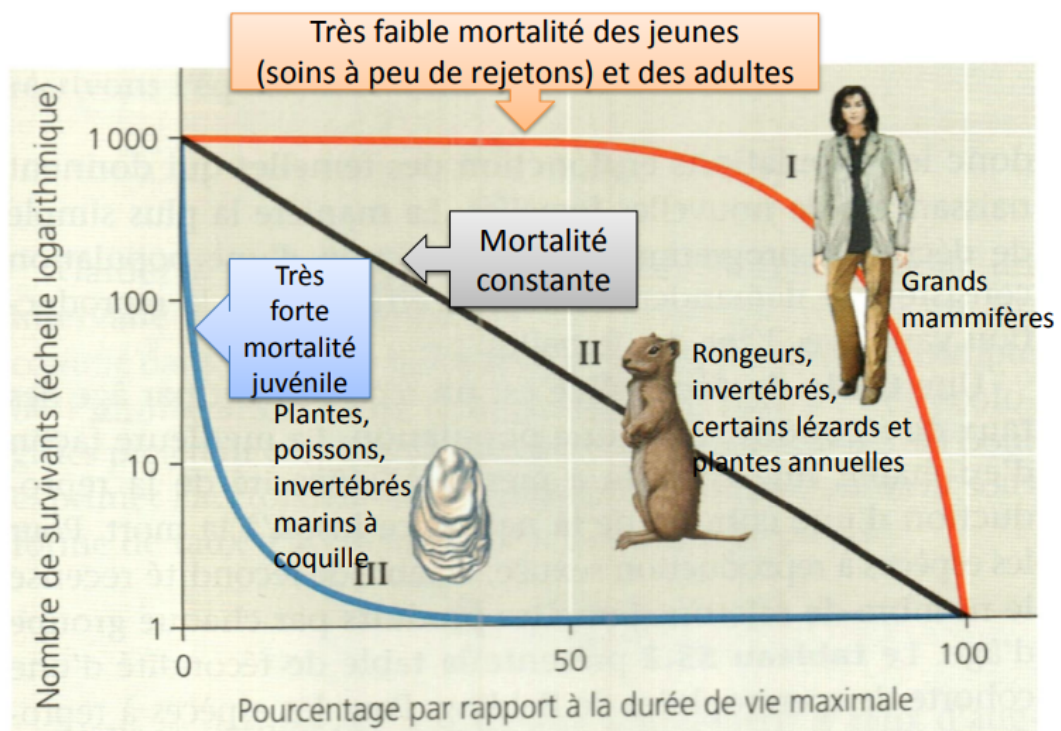
Table de survie d'une cohorte d'écureuils, en Californie

Les courbes de survie



Complément

Les courbes de survie fournissent de bonne représentation de la mortalité naturelle dans chaque population. La figure représente, à titre d'exemple, quelques valeurs observées dans le règne animal. Il montre qu'il existe en définitive trois types de courbe de survie.



Les trois types de courbe de survie

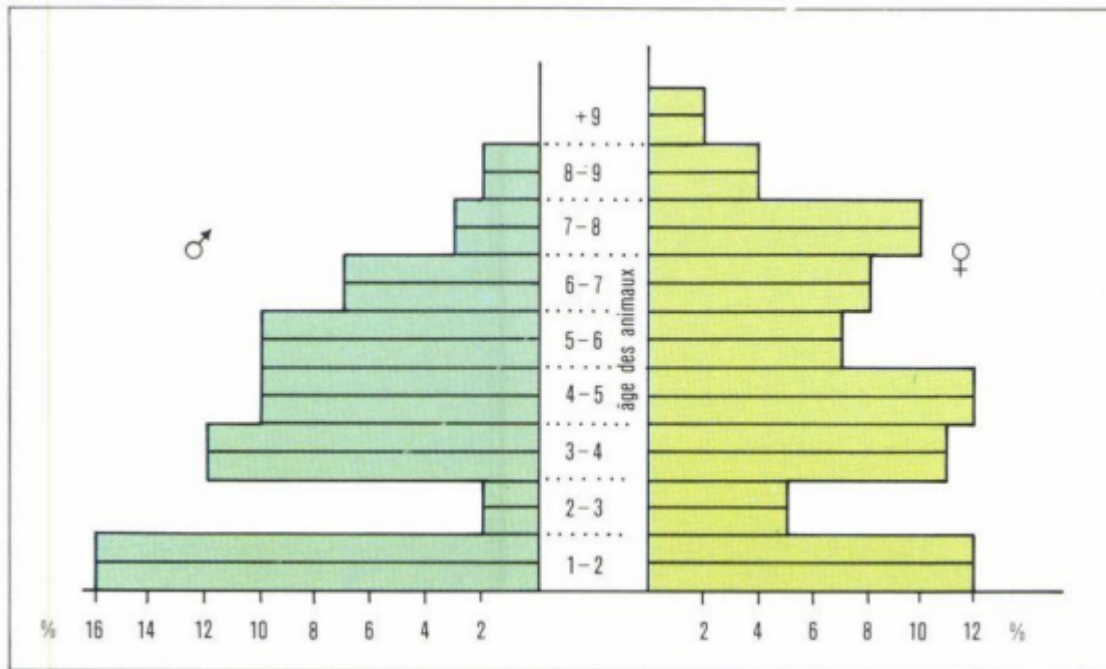
Le sex-ratio

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

En règle générale, les espèces animales sont *gonochoriques*, bien que l'hermaphrodisme ou la parthénogenèse puissent être fréquents dans certains ordres d'invertébrés.

Âge des individus

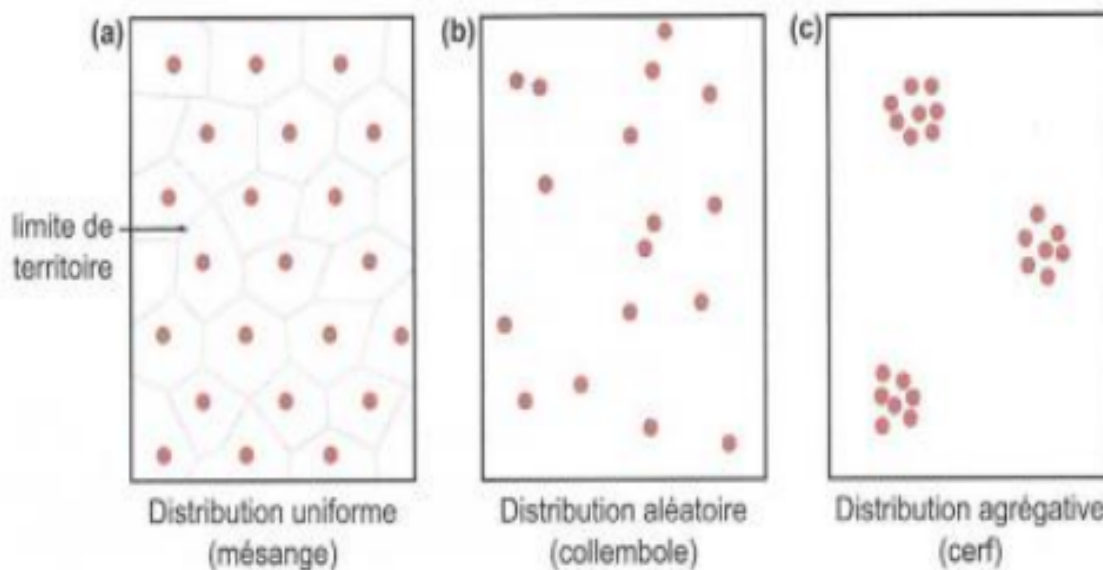
On s'intéresse surtout à la structure d'âge des populations, c'est-à-dire la répartition des individus par classe d'âge ; on en rend compte graphiquement par des pyramides des âges



Pyramides des âges de la population des Mouflons de la réserve de Bavella, en Corse

La structure spatiale

1. Répartition **uniforme** : répartitions égales sur le territoire à cause de la concurrence pour l'eau et les sels minéraux (végétaux), le territoire ou une autre ressource (animaux).
2. Répartition **contagieuse = en agrégats** : C'est le mode le plus **fréquent**. Les agrégats peuvent être distribués différemment (uniforme, au hasard et en agrégats)
3. Répartition **au hasard = aléatoire** : Ce mode de distribution est rare, elle ne se rencontre que dans les milieux homogènes et chez les espèces qui n'ont aucune tendance à *l'agrégation*.*



Principaux types de distribution spatiale des individus constituant une population

5. Lois de croissance des populations

L'accroissement démographique exponentiel

Dans ce cas,* rien n'entrave l'obtention de l'énergie, la croissance et la reproduction des individus sinon leurs limites physiologiques. Dans ce modèle de dynamique des populations (un des plus simples), l'hypothèse sera la suivante : le taux de variation de la population est proportionnel, en tout temps t , à la population $P(t)$ présente au temps t .

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

t : temps / N : taille de la population

b : taux de natalité / m : taux de mortalité

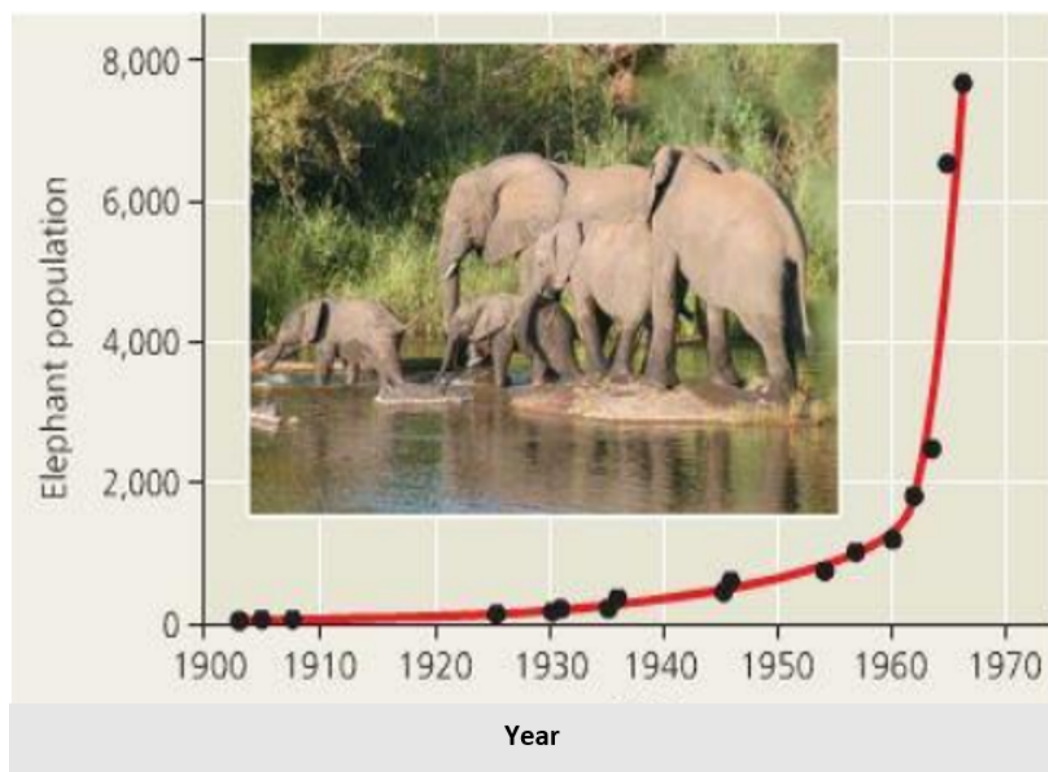
- **L'allure** obtenue pour la courbe de croissance a une forme en **J**

$$dN/dt = bN - mN$$

Une croissance exponentielle s'observe lors de l'introduction d'une espèce dans un milieu favorable.

? Exemple

Introduction d'éléphants dans un parc d'Afrique du sud, protégés du braconnage. La croissance exponentielle a amené les gestionnaires du parc à donner les éléphants à d'autres parcs et à recourir à la contraception*



Exponential growth in the African elephant population of Kruger National park, South Africa

L'accroissement démographique logistique

Dans ce cas, le **milieu** n'est plus infini mais possède une **capacité limite** qui est le **nombre maximal d'individus** d'une population stable qui peuvent vivre dans un milieu au cours d'une période relativement longue. Cette capacité limite est notée **K** et varie fortement en fonction du milieu pour une même population. **K** représente la **résistance** du milieu. La résistance du milieu sera d'autant plus grande que la densité de la population sera importante.

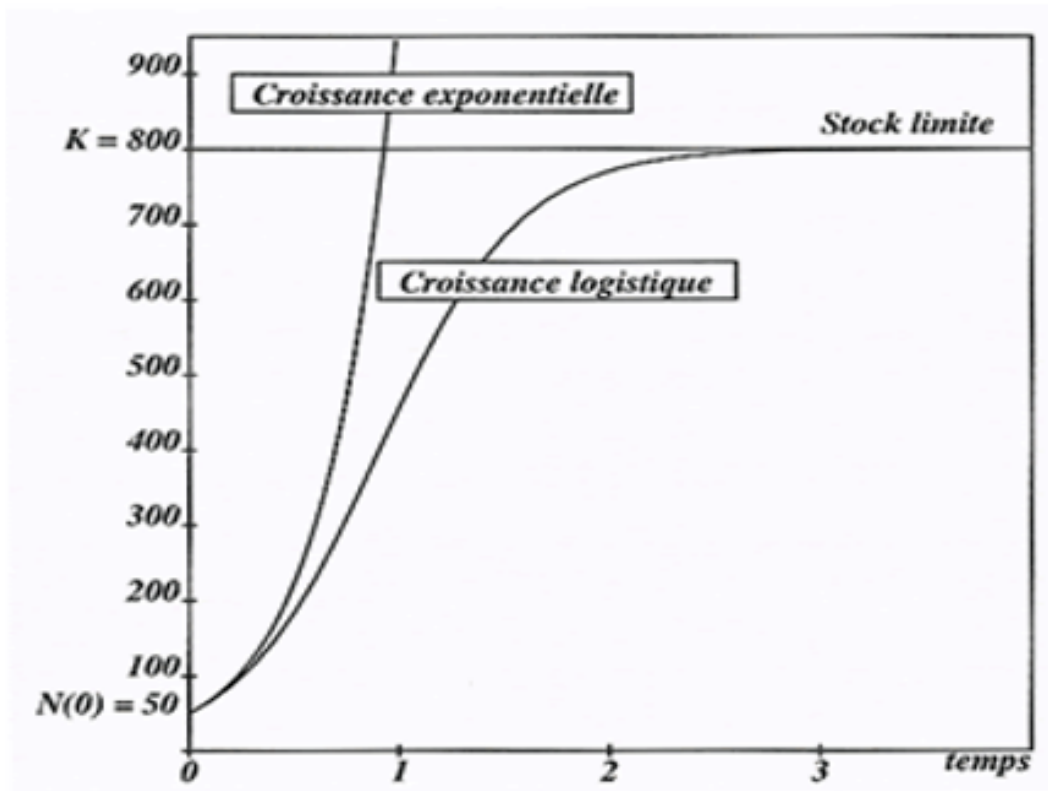
L'équation qui régit l'accroissement démographique devient alors*

N : taille de la population/ t : temps

K : capacité limite de milieu / **r max** : taux

$$dN/dt = rmaxN(k-N)/K$$

La courbe obtenue pour cette équation a une forme en **S** . La population a une taille qui **croit rapidement** au départ (comme dans une croissance exponentielle) puis qui atteint une limite : **la capacité limite du milieu**



la courbe de croissance J,S

6. Exercice : J'ai bien compris

[solution n°1 p. 15]

qu'est-ce que le R0?

7. Exercice : J'ai bien compris

[solution n°2 p. 15]

que signifie un R0 de 1?

8. Exercice : J'ai bien compris

[solution n°3 p. 15]

quel est le principe derrière la croissance logistique?

9. Les stratégies adaptatives



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**

On appelle stratégie démographique ou stratégie biodémographique un **modèle d'évolution** démographique d'une population dépendant des **caractéristiques** du **milieu** de vie mais aussi des caractéristiques **des individus**, notamment leur **reproduction** et leur **survie** dans ce milieu.



*Elles traduisent** **l'adaptation** des populations à leur environnement. Une stratégie est caractérisée, dans une situation donnée et pour un organisme, par un type de réponse parmi une série d'alternatives possibles. Cela implique que l'organisme est soumis à des contraintes et qu'il fera des choix (non volontaires) pour y répondre.

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. Lorsque les conditions sont favorables, elles pullulent. Lorsque les ressources sont épuisées, **la mortalité est de type catastrophe** : la quasi-totalité de la population meurt. Leur démographie est donc en dents de scie. C'est le cas des **mouches à viande**. De telles espèces sont aussi appelées espèces **opportunistes**.
- 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**.

Facteurs déterminant la sélection r et la sélection K

	Sélection r	Sélection K
Climat	Variable et imprévisible	A peu près constants est prévisible
Mortalité	Indépendante de la densité	Dépendante de la densité
Taille de la population	Variable, inférieur à K	Assez constante et proche de K
Compétition	Faible en général	Intense en général
Conséquence de la sélection	Développement rapide	Développement lent
Conséquence de la sélection	R élevé	R faible
Conséquence de la sélection	Reproduction précoce	Reproduction tardive
Conséquence de la sélection	Petite taille	Taille grande
Conséquence de la sélection	Une seule période de reproduction	Plusieurs périodes de reproduction

Durée de vie	Courte	Longue
Utilisation de l'énergie	Productivité élevée	Efficacité et stabilité
Modes de disparition	Espèces mobiles, vagabondes	Espèces peu mobiles souvent sédentaires

10. Stabilité et régulation des populations

- *L'une des caractéristique*s* les plus remarquables d'une population tient à leurs stabilités relatives, même s'ils présentent des **fluctuations cycliques** (saisonniers, annuelles, ou bien édaphiques d'une façon soudaine). Les effectifs d'une population animale ou végétale subissent rarement des variations de types considérés
- Seront essentiellement étudiés les différents **facteurs biotiques** qui **régulent** l'effectif des populations. Deux cas peuvent se présenter : une régulation à l'intérieur même de la population (**régulation intraspécifique**) et une régulation entre populations car elles ne sont pas isolées (**régulation interspécifique**).

Facteurs indépendants de la densité	Facteurs dépendants de la densité
Climat : <ul style="list-style-type: none"> • Lumière, Température • Humidité, Vent • Sol • Qualité de nourriture 	Compétition intraspécifique : <ul style="list-style-type: none"> • Quantité de nourriture • Surpopulation (Réduction de la fertilité) • Formation de territoires • Migrations • Cannibalisme
Ennemis non spécifiques : <ul style="list-style-type: none"> • Prédateurs préférant d'autres proies 	Ennemis spécifiques : <ul style="list-style-type: none"> • Prédateurs • Parasites
Maladies non contagieuses	Maladies contagieuses

Solutions des exercices



Solution n°1

[exercice p. 12]

qu'est-ce que le R_0 ?

le taux net de reproduction d'une population (il faut considérer l'immigration et émigration comme nuls)

Solution n°2

[exercice p. 12]

que signifie un R_0 de 1?

la population est stable

Solution n°3

[exercice p. 12]

quel est le principe derrière la croissance logistique?

plus une population augmente, plus les effets négatifs de l'augmentation de la densité deviennent importants

Bibliographie



Dajoz, R. 2006. Précis d'écologie

Perrin. N ;2006 : Biologie des populations .159p

Faurie C., Ferra C., Médori P. & Dévaux P. 2012. Écologie, approche scientifique et pratique. 6 ème Éd. TEC & DOC, Paris. 488 p.

Lévêque C.,2001 : Ecologie : de l'écosystème à la biosphère. Ed, Dunod, Paris.502p.

Webographie



Alix Helme-Guizon ,2015 : Les populations, leur dynamique et les relations interspécifiques. Préparation à l'Agrégation de l'académie de Nantes

Triplet P. 2022. Dictionnaire encyclopédique de la diversité biologique et de la conservation de la nature. 8ème Éd., Baie de Somme, Grand Littoral Picard. France, 1315 p