Document téléchargeable sur le site
https://www.svt-tanguy-jean.com/

Lycée Valentine LABBÉ
41 rue Paul DOUMER – BP 20226
59563 LA MADELEINE CEDEX
CLASSE PRÉPARATOIRE TB
(Technologie & Biologie)

ENSEIGNEMENT DE SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE (SVT)
°° SCIENCES DE LA VIE °°

Partie 3. Reproduction des individus et pérennité des populations
>> Cours <<

Chapitre 15

Reproduction et occupation des milieux

Objectifs : extraits du programme

Connaissances clefs à construire	Commentaires, capacités exigibles
3.1 Reproduction des animaux et végétaux **Allocation énergétique liée à la reproduction et occupation des milieux** La part d'énergie consacrée à la reproduction et son utilisation sont en relation avec le milieu de vie.	- à partir de quelques exemples pris chez les animaux et les végétaux, montrer que la part d'énergie disponible affectée à la reproduction et son utilisation diffèrent. **Limite** : Les notions de stratégies démographiques r et K et leurs liens avec la courbe logistique seront présentés mais ne constituent pas la base de l'étude. **Liens** : Si les travaux pratiques sont l'occasion de parcourir et d'analyser diverses modalités à la lumière des concepts visés, par contre, le nombre d'exemples utilisés en cours reste limité à ce qui peut servir l'illustration de ces concepts à l'exclusion de toute description exhaustive des modalités.

Introduction

On appelle **écosystème** ***l'ensemble comprenant les organismes vivants qui vivent dans un lieu donné (biocénose = communauté) et leur milieu de vie physico-chimique (biotope) ainsi que les interactions entre ces entités***. La **reproduction**, qu'elle soit **sexuée** ou **asexuée**, permet à une population de **croître** – c'est-à-dire d'**augmenter** son **effectif** – et ainsi d'**occuper le milieu de vie**.

Comment la reproduction participe-t-elle à l'occupation des milieux par les organismes ?

I. La croissance démographique des populations : modalités, modélisation, stratégies

- Rappelons qu'on appelle **population** ***l'ensemble des individus d'une même espèce qui vivent dans un écosystème***. On s'intéresse ici à sa **démographie**, c'est-à-dire à ***la variation de son effectif dans le temps***, et particulièrement à sa **croissance démographique**. ***L'étude écologique de la démographie des populations et des facteurs qui la contrôlent*** s'appelle la **dynamique des populations**.

A. Un effectif qui dépend de quatre facteurs démographiques : natalité (liée à la reproduction), mortalité, émigration, immigration

- **L'effectif d'une population** à un instant donné dépend :
  - du ***nombre d'individus produits par reproduction sexuée ou asexuée*** (« **natalité** » ***n***),
  - du ***nombre d'individus disparus suite au vieillissement ou suite à une cause accidentelle (par exemple : prédation)*** (**mortalité** ***m***),
  - du ***nombre de nouveaux individus arrivés dans le milieu, en provenance d'écosystèmes généralement plus ou moins proches*** (**immigration** ***i***),
  - du ***nombre d'individus partant vers d'autres écosystèmes*** (**émigration** ***e***).
- On peut résumer cela par **l'équation suivante** (ΔN : variation de l'effectif dans un laps de temps donné) :

$$\boxed{\Delta \boldsymbol{N} = \boldsymbol{n} - \boldsymbol{m} + \boldsymbol{i} - \boldsymbol{e}}$$

B. Une croissance qui peut être modélisée par deux modèles mathématiques

- **Plusieurs modèles démographiques** plus ou moins complexes ont été **proposés**. Nous allons en présenter **deux relativement simples**, le second étant celui que le programme invite à traiter.

1. Une croissance potentiellement illimitée dans un milieu sans entrave aux ressources illimitées : la courbe exponentielle (modèle de MALTHUS)

- Dans un écosystème **sans entraves** et aux **ressources illimitées** (ce qui n'existe évidemment pas, du moins jamais sur un temps très long), on peut proposer la **courbe exponentielle (modèle de MALTHUS)**. *On n'admet qu'il n'y a ni immigration, ni émigration.*

- L'**évolution de l'effectif** peut être **modélisée par une suite géométrique** où *r* est le ***facteur par lequel l'effectif est multiplié entre deux observations*** (= à chaque **saison de reproduction**, par exemple) ou **taux d'accroissement**, soit en <u>temps discret</u> :

$$\boxed{N\,(t+1) = r \times N(t)}$$

(!) Le r du modèle discontinu et celui du modèle continu n'ont pas le même sens !!!

- En <u>temps continu</u>, **l'accroissement infinitésimal de la population** peut être modélisé comme suit :

$$\boxed{\frac{dN}{dt} = rN}$$

Soit en intégrant, on obtient **l'effectif à l'instant *t*** :

$$N_t = N_0\, e^{rt}$$

N_t : effectif à un instant t
N_0 : effectif initial de la population
r : taux d'accroissement de la population
t : temps

- Il à noter que nous avons utilisé un tel modèle dans la **modélisation de la croissance bactérienne** (chapitre 22) ; nous avons toutefois constaté que *cette croissance exponentielle ne dure pas indéfiniment*. On peut aussi l'appliquer à la **démographie humaine** (figure 1).

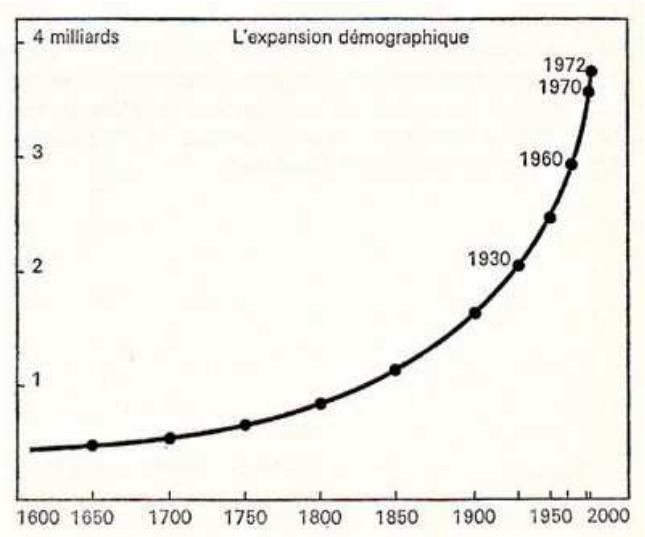
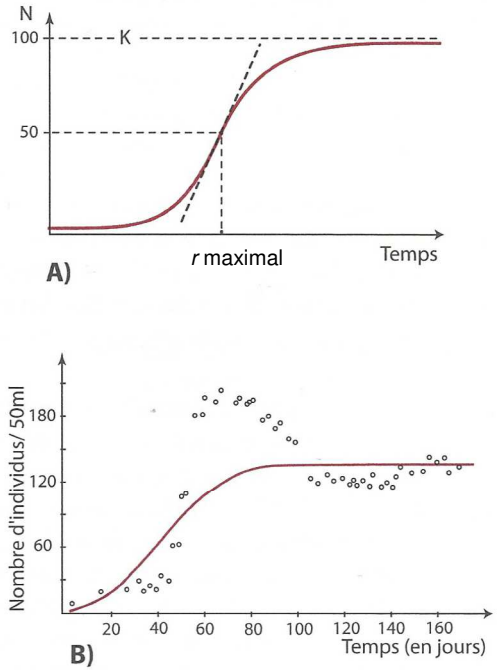


FIGURE 1. Évolution de la population humaine au cours des derniers siècles : un phénomène modélisable par une courbe exponentielle. *On peut noter que cette croissance ne semble pas connaître d'entrave pour l'instant.* http://www.berszerkers.szarah.net/2009/05/08/demain-200000-clients-en-plus-lequation-apocalyptique/ (consultation février 2017).

2. Une croissance souvent capée par la capacité d'accueil du milieu due à des ressources limitées : la courbe logistique (modèle de VERHULST)

- *On continue d'envisager une absence d'émigration et d'immigration.*
- Dans ce modèle, sans doute plus proche de la majorité des **situations réelles**, ***la population ne peut pas atteindre une taille infinie*** : elle est limitée par une ***taille maximale de population*** appelée **capacité biotique (= capacité d'accueil du milieu = capacité limite du milieu)**.
- La **valeur de la capacité biotique *K*** dépend des **caractéristiques du milieu** dans lequel évolue la population ; elle est généralement liée à un **épuisement des ressources**.
- La courbe obtenue est une **courbe sigmoïde** où *K* est ***l'effectif maximum atteignable par la population*** (figure 2).



A) Variation d'effectif d'une population selon un modèle d'accroissement démographique logistique. Le taux d'accroissement *R* devient nul lorsque l'effectif de la population atteint la densité d'équilibre ou capacité limite du milieu *K* (ici *K* = 1 000 individus). Il est maximal pour une valeur de *N* égale à *K*/2 (ici *K*/2 = 500). **B**) Accroissement d'une population de *Daphnia* (Crustacés). Dans une petite culture la croissance de la population de daphnies est à peu près conforme au modèle logistique. Toutefois cette population s'est accrue si rapidement qu'elle a dépassé la capacité limite de son milieu artificiel pour revenir ensuite à un effectif relativement stable. Les données réelles sont représentées par des cercles et la courbe sigmoïde idéale est tracée en trait plein.

FIGURE 2. Courbe logistique. D'après TIRARD *et al.* (2012).

- En temps discret, on peut proposer l'équation suivante :

$$N\,(t+1) = N(t) + r\,N(t) - \frac{rN^2(t)}{K} = N(t) + rN(t)\left(1 - \frac{N(t)}{K}\right)$$

K est ici la **capacité biotique**, c'est-à-dire ***l'effectif maximum possible de la population***. *r* correspond généralement à r_{max} (figure 2).

- En temps continu, on peut proposer **l'accroissement infinitésimal** suivant :

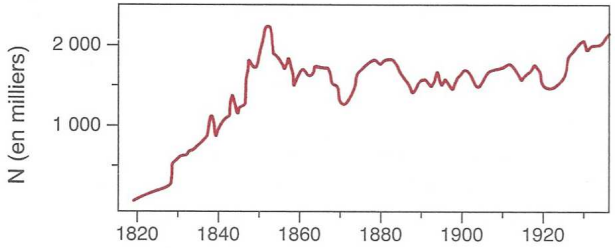
$$\frac{dN}{dt} = rN_t(1 - \frac{N_t}{K})$$

Soit en intégrant, on obtient **l'effectif à l'instant *t*** :

$$N_t = K \frac{1}{1 + (\frac{K}{N_0} - 1)e^{-rt}}$$

N_t : effectif à un instant t
N_0 : effectif initial de la population
r : taux d'accroissement de la population
t : temps
K : capacité biotique du milieu

- Un exemple de croissance logistique est proposé à la figure 3.



Augmentation et stabilisation des effectifs de moutons après leur introduction en Tasmanie au début du XIXe siècle.

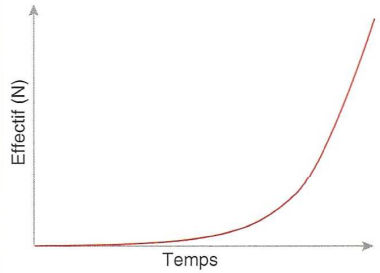
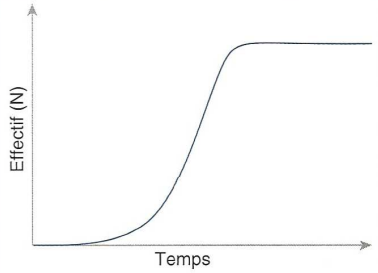
On peut observer sur ce graphe que les effectifs varient autour d'une valeur d'équilibre (environ 2 millions). En moyenne cette courbe suit une croissance logistique. D'après Davidson, 1938.

FIGURE 3. Courbe en conditions naturelles : la démographie des Moutons introduits en Tasmanie (Australie). D'après TIRARD *et al.* (2012).

3. Bilan comparatif des deux modèles

- Voir le tableau I.

TABLEAU I. Caractéristiques principales comparées des modèles exponentiel (MALTHUS) et logistique (VERHULST).
D'après SEGARRA *et al.* (2015).

Modèle mathématique	Modèle de croissance exponentielle	Modèle de croissance logistique
Allure générale de la courbe représentant l'évolution des effectifs (N) au cours du temps		
Contexte d'utilisation	Adapté pour modéliser les phases de colonisation ou éventuellement de déclin des effectifs de population où le taux d'accroissement (*r*) reste relativement constant	Adapté pour modéliser l'influence négative de l'augmentation de densité au cours de l'occupation d'un milieu. Cas des populations où les effectifs atteignent une relative stabilité.
Limites	Avec $r > 0$, la croissance exponentielle conduit à des effectifs sans limites. Or les ressources forcément limitées contraignent les effectifs. Avec $r < 0$, le déclin tend asymptotiquement vers 0 sans jamais l'atteindre. Domaine de validité restreint puisque *r* n'est pas constant dans le temps.	En modélisation en temps continu, les effectifs tendent asymptotiquement vers K sans jamais l'atteindre. Or on observe souvent des oscillations autour de K. La densité est considérée comme ayant une influence systématiquement négative sur le taux d'accroissement.

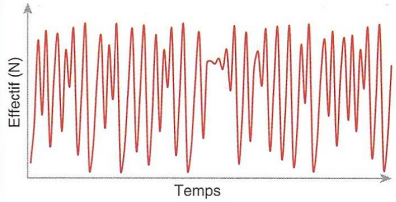
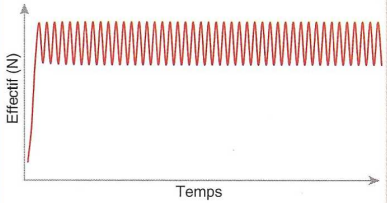
C. Des espèces qui peuvent présenter des stratégies démographiques variées, comprises entre deux modèles nommés *r* et *K*

1. Notion de stratégie biodémographique

- 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***.

2. Deux grands modèles

TABLEAU II. Caractéristiques principales comparées des stratégies r et K.
D'après SEGARRA *et al.* (2015).

Stratégie démographique	Stratégie *r*	Stratégie K
Allure générale de l'évolution des effectifs	Grande amplitude de variation, K n'est jamais durablement atteint. 	Variations plus ou moins marquées autour de K 
Caractéristiques démographiques de la population	Taux d'accroissement maximal (r_0) élevé lié à une fécondité élevée et maturité sexuelle précoce.	Taux d'accroissement maximal (r_0) faible lié à une fécondité faible et une maturité sexuelle tardive.
	Peu d'énergie consacrée par descendant (taille relative, protection…)	Beaucoup d'énergie consacrée par descendant (taille relative, protection…)
	Épisode de forte mortalité de type « catastrophe »	Mortalité relativement faible et généralement constante.
	Faible compétition intraspécifique	Très forte compétition intraspécifique, forte densité-dépendance.
Caractéristiques du milieu	Milieu instable, disponibilité des ressources très variable	Milieu stable, disponibilité des ressources relativement constante

a. Les stratégies *r* : des effectifs très fluctuants, un fort taux d'accroissement et une mortalité souvent élevée

- Les **stratégies *r*** (parfois dites « **stratégies reproductives** ») sont ***caractérisées par une forte natalité, c'est-à-dire un fort taux d'accroissement*** (tableau II, figure 4). Les **effectifs** de population, **très fluctuants**, évoluent **loin de *K***.
- Ces stratégies sont plutôt caractéristiques des **espèces de petite taille**, plus ou moins **fortement consommées** dans les **chaînes trophiques** (Insectes, Bactéries, 'plantes' herbacées, organismes **parasites**…) et subissant des **fluctuations de l'environnement importantes**.
- Les **pertes d'individus** avant reproduction sont **fréquentes** et **contrebalancées** par le **nombre élevé d'individus**, un **faible coût de reproduction** et une **maturité sexuelle précoce**.
- L'**investissement parental**, notamment les **soins aux jeunes**, est **faible** à **inexistant**.

b. Les stratégies *K* : des effectifs proches de *K*, un faible taux d'accroissement et une mortalité souvent peu importante

- Les **stratégies *K*** sont ***caractérisées par une faible natalité, c'est-à-dire un faible taux d'accroissement (proche de 0) et une fluctuation des effectifs stables évoluant près de K*** (tableau I, figure 4). **Natalité** et **mortalité** tendent à **se compenser** à court ou moyen terme.
- Ces stratégies sont plutôt caractéristiques des **espèces de grande taille** (ex. nombreux **grands Mammifères**) plus ou moins **faiblement consommées** dans les **chaînes trophiques** et subissant des **fluctuations de l'environnement peu importantes**.
- Les **pertes d'individus** avant reproduction sont **modérées et constantes**, ce qui autorise un **nombre d'individus faible**, un **fort coût de reproduction** et une **maturité sexuelle plutôt tardive**.
- L'**investissement parental**, notamment les **soins aux jeunes**, est souvent **important**.

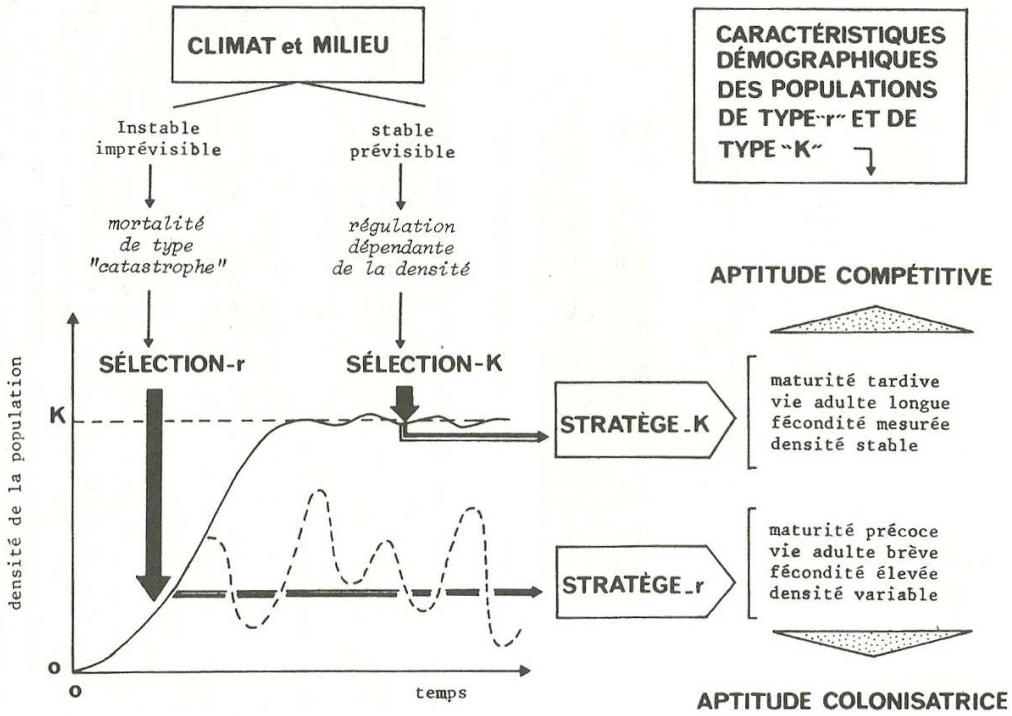
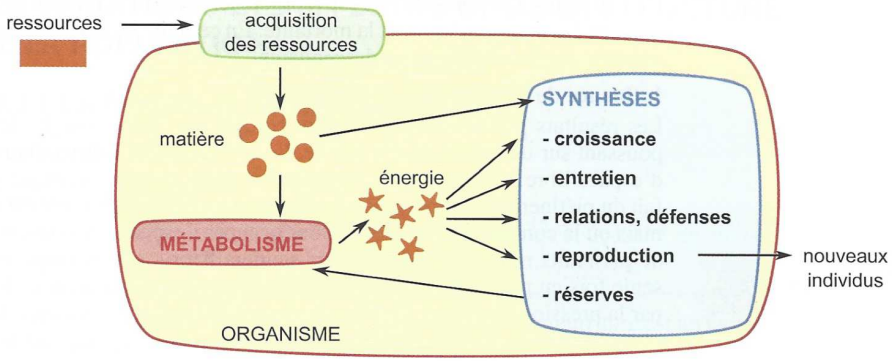


FIGURE 4. Comparaison des stratégies *r* et *K*. D'après BARBAULT (2000).

3. Des modèles relatifs et à nuancer : l'existence d'une palette infinie de cas intermédiaires

- Les **situations réelles** sont plus ou moins **complexes** et ne rentrent pas forcément caricaturalement dans **l'un ou l'autre de ces modèles** entre lesquels une **multitude de cas intermédiaires** existe.
- Ainsi, au sein d'une **forêt climacique** (voir plus loin), les **Angiospermes arborescentes** présentent un **effectif globalement stable** : il y a donc plutôt une **stratégie *K***. Cependant, de **nombreuses semences** sont produites chaque année, avec une **perte** plus ou moins importante, et il n'y a **pas vraiment d'investissement parental**… ce qui sont des caractéristiques de **stratégie *r***.

D. L'existence d'un compromis entre investissement énergétique dans la reproduction et dans les autres postes de dépense énergétique : notion de trade-off



Place de la reproduction dans la consommation énergétique d'un individu.

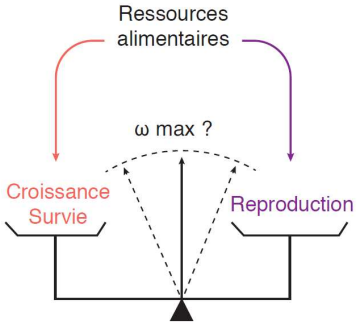


FIGURE 5. Notion de *trade-off*. D'après PEYCRU *et al.* (2014) et SEGARRA *et al.* (2015).
ω désigne la ***fitness*** (voir 2e année).

- Comme les **ressources** sont **limitées** dans un **écosystème**, il existe un ***compromis entre dépense énergétique dans la reproduction*** (production de gamètes, de réserves embryonnaires, mise en place de comportements reproducteurs complexes…) ***et la dépense énergétique allouée aux autres fonctions (croissance, déplacement, défenses…)***. Ce compromis est **plutôt stable** à l'échelle d'une **population** et même d'une **espèce** donnée : on l'appelle ***trade-off*** (figure 5 et tableau I).

TABLEAU I. Reproduction et abondance de nourriture chez le Sanglier.
Document O. CHASSAING (source inconnue).

*On démontre clairement que la hausse de la **disponibilité en nourriture** de l'environnement induit une **hausse** de la **fécondité** des individus. Une **faible disponibilité en nourriture** implique une **affectation de l'énergie prélevée** dans l'environnement **à la survie** plutôt qu'à la reproduction.*

Âge de la femelle (en mois)	Quantité de glands à manger en automne	Masse de la femelle en hiver (en kg)	Nombre de petits au printemps suivant
<12	abondante	32	1,4
<12	faible	15	0
13 à 24	abondante	36	3
13 à 24	faible	30	0,2
>24	abondante	40	4,5
>24	faible	37	0,3

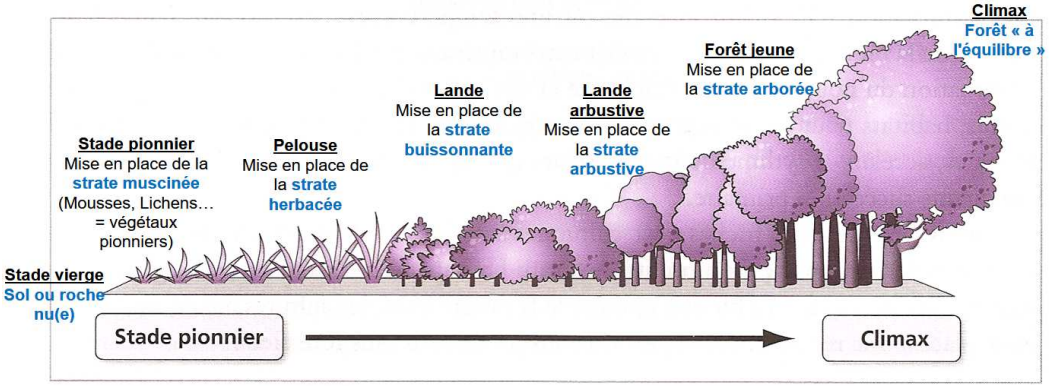
II. Des cortèges d'espèces qui se succèdent naturellement dans les écosystèmes : les successions écologiques

- Naturellement, les **écosystèmes** évoluent vers un ***état d'équilibre relatif*** qu'on appelle **climax**. L'évolution suit alors une **succession écologique**.

A. Le vocabulaire et le déroulement des successions écologiques

1. Notions de succession écologique et de climax

- On appelle **succession écologique** ***l'ensemble des modifications successives affectant naturellement une biocénose (suite à la perturbation d'un écosystème ou la colonisation d'un milieu vierge***) aboutissant généralement à l'établissement d'un ***stade stable relatif d'équilibre biocénotique (= où la biodiversité spécifique est élevée et ne change quasiment plus)*** qu'on nomme **climax** (figure 6).



Représentation schématique d'une succession, caractérisée par les formations végétales se succédant, de la gauche vers la droite.

FIGURE 6. Une succession écologique primaire progressive complète typique.
D'après COUVET & TESSÈDRE-COUVET (2010).

2. Les différents stades et les strates correspondantes d'une succession typique

- Typiquement, si l'on considère **l'établissement d'un écosystème climacique** à partir d'un **sol vierge**, on peut distinguer les **stades suivants** (figure 5) :
  - Le **stade vierge** lorsque ***la roche affleure*** (ou ***si un sol est nu***).
  - Le **stade pionnier** où ***se mettent en place des Lichens et des Mousses*** qui constituent la **strate muscinée**.
  - Le **stade pelouse** où ***se mettent en place des Plantes vasculaires herbacées*** qui constituent la **strate herbacée**.
  - Le **stade lande** où ***se mettent en place des Plantes vasculaires de type buisson*** qui constituent la **strate buissonnante**.
  - Le **stade lande arbustive** où ***se mettent en place des Plantes vasculaires de type arbuste et de jeunes arbres*** qui constituent la **strate arbustive**.
  - Le **stade forêt jeune** où ***se mettent en place des arbres plus imposants*** qui constituent la **strate arborée**.
  - Le **stade climax** où ***une forêt considérée comme à l'équilibre est en place***.

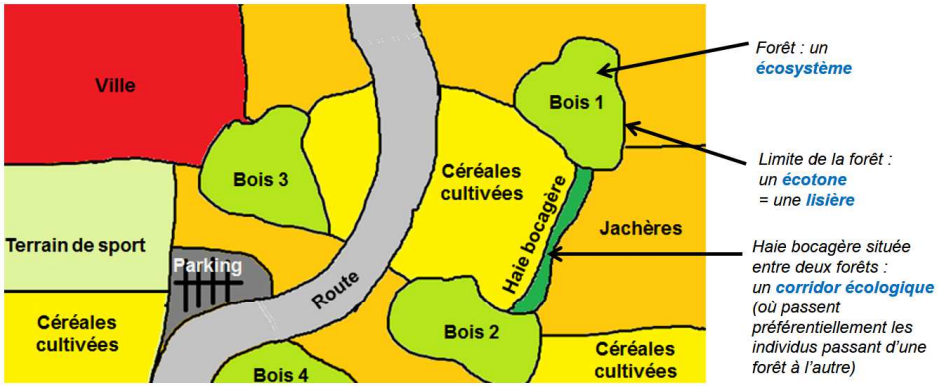
Attention ! Les **successions écologiques** sont souvent **présentées du point de vue de l'évolution de la végétation**… mais des **cortèges d'espèces animales** et de **micro-organismes** se **succèdent** également en même temps ! *Les successions concernent **toute la biocénose** qui évolue au fil du temps*.

3. Des écosystèmes qui communiquent avec les écosystèmes alentour et s'intègrent dans un paysage

- Une **succession écologique** implique une **connexion de l'écosystème** avec les **écosystèmes alentours** d'où proviennent les **individus qui le colonisent**. Aucun **écosystème** n'est une ~~**entité isolée**~~ dans la nature et tous appartiennent à un **paysage**. Un **paysage**, en écologie, est ***un ensemble d'écosystèmes plus ou moins différents mais interconnectés où l'homme exerce une influence variable (de nulle à très forte)*** (encadré A).

Encadré A Quelques concepts d'écologique du paysage

Au-delà du programme : pour information – d'après mon cours de Capes



*Les bois (**îlots**, **taches**) sont ici un **habitat fragmenté**. On les trouve au sein d'une **matrice** relativement **homogène** qui est ici largement constituée de jachères agricoles dans lesquelles des champs de céréales sont insérés. La **connectivité fonctionnelle** entre le bois 1 et le bois 2 (reliés par un corridor où les espèces forestières peuvent aisément trouver refuge et se déplacer) est supérieure à la connectivité entre le bois 1 et le bois 3 (qui sont séparés par des **aires à forte pression anthropique** réduisant les possibilités d'échanges : route et champ de céréales).*

Un paysage semi-rural fragmenté théorique pour comprendre quelques concepts de l'écologie du paysage

➢ L'**écologie du paysage** est une ***discipline récente de quelques décennies seulement « qui a pour objectif de comprendre les relations entre les fonctionnements écologiques et la structure et l'organisation des paysages***. Elle prend en compte explicitement les **relations spatiales entre les éléments du paysage**, **l'histoire et la gestion actuelle** en lien avec les **activités humaines** » (F. BUREL, en ligne). Elle s'appuie dès lors sur un **cadre conceptuel** dont nous donnons ici quelques grandes lignes :

- **Hétérogénéité des paysages** (ou **homogénéité**) : ***estimation de la diversité des habitats (diversité écologique) au sein d'un paysage ou d'une aire d'étude quelconque***.

- **Fragmentation** : ***estimation de la dispersion d'un type d'écosystème*** (par exemple, **fragmentation des habitats forestiers** au sein d'un **paysage agricole**).
  Les paysages hétérogènes et fragmentés sont qualifiés de **paysages mosaïques**.
- **Métapopulation** : ***ensemble de populations d'une espèce donnée qui échangent des individus entre écosystèmes séparés spatialement***.
- **Corridor biologique (= écologique)** : ***élément de connexion entre deux écosystèmes où les individus d'écosystèmes proches peuvent migrer relativement aisément***.
  Ils peuvent jouent un rôle d'habitat, de refuge, de conduit ou de barrière. Le corridor biologique ***facilite le déplacement des individus dans une matrice hostile***
- **Matrice paysagère (= écopaysagère)** : ***trame écologique et paysagère dominante d'un paysage dans lequel les autres écosystèmes s'insèrent***. Les ***écosystèmes parsemés dans la matrice*** sont souvent appelés **taches** ou **îlots**.
- **Connectivité entre deux écosystèmes d'un paysage** :

° a) **Connectivité spatiale** : ***importance du contact entre deux écosystèmes adjacents dans l'espace***.

° b) **Connectivité fonctionnelle** : ***capacité qu'ont deux écosystèmes à échanger des individus de telle ou telle espèce*** *(cela n'implique pas que les écosystèmes soient nécessairement connectés spatialement).*

4. Notion de série progressive (primaire ou secondaire) : une évolution vers des stades de plus en plus mûrs

- Une **série progressive** est ***une succession écologique qui va d'un état vierge ou perturbé vers un état d'équilibre plus « mûr »*** (c'est-à-dire plus riche en espèces).

L'évolution d'un pré de fauche abandonné en étage montagnard (Alpes du Nord) (1 200 m)

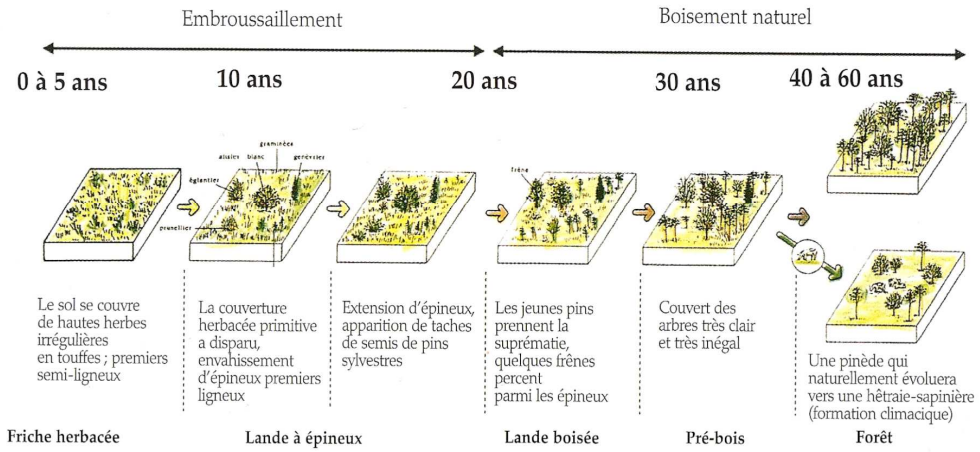


FIGURE 7. <u>Une succession écologique progressive secondaire : l'évolution d'un pré de fauche abandonné en montagne</u>. D'après FISCHESSER & DUPUIS-TATE (2007).

- On peut distinguer :
  - Les **successions primaires** caractérisées par ***la conquête progressive d'un milieu depuis un stade vierge (où s'installe des organismes pionniers) jusqu'à un stade mûr, généralement climacique***. C'est le **cas typique** et complet que nous venons de voir dans les §§ précédents et qui est illustré à la figure 6.
    Exemple : conquête d'un sol nu
  - Les **successions secondaires** où ***il y a (ré)installation d'un écosystème mûr à partir d'un écosystème perturbé***. Voir figure 7.
    Exemple : régénération naturelle d'une forêt après un incendie ou une trouée, évolution naturelle d'une ancienne parcelle cultivée qui n'est plus entretenue…

5. Un climax qui n'est pas toujours atteint : notions de stade de blocage et de paraclimax

- Une **succession écologique** à **évolution progressive** n'évolue **<u>pas nécessairement toujours vers son climax</u>** : il peut arriver que ***des stades non climaciques perdurent*** : on les appelle **stades de blocage** (figure 8). Le fait que le climax ne soit pas atteint peut être dû à des **facteurs variés** (ex. *topographie en pente qui empêche la fixation d'arbres*).
- ***Quand un stade de blocage semble demeurer quasi-définitif***, on l'appelle **paraclimax**.

Les stades de blocage

Il se produit, dans les quelques dizaines d'années qui suivent l'abandon d'une pratique culturale, une très forte remontée de la diversité biologique. Mais, sur certains secteurs particulièrement dégradés, peuvent apparaître des stades de blocage qui peuvent perdurer.

Exemple : le cas des landes à rhododendron en Alpes du Nord (1 800-2 000 m)

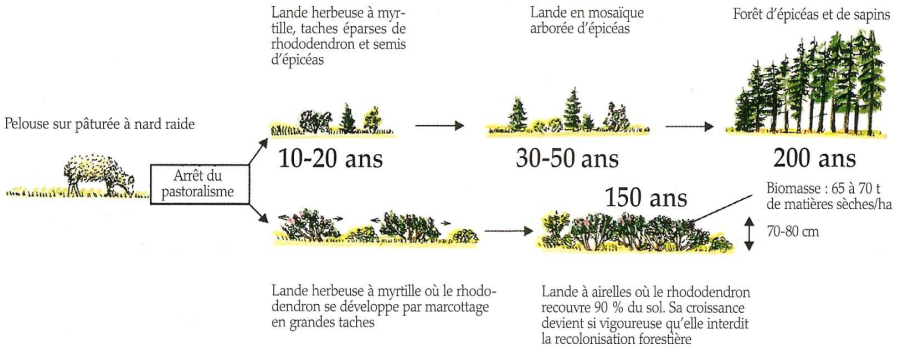


FIGURE 8. <u>Les stades de blocage</u>. D'après FISCHESSER & DUPUIS-TATE (2007).

6. Notion de série régressive : des successions « inverses » dues à des perturbations répétées (anthropiques ou naturelles)

- On appelle **série régressive** ***une succession écologique qui va d'un état mûr vers un état appauvri en biodiversité, généralement suite à des perturbations successives*** (figure 9). Ce cas n'est **pas fréquent** mais n'est **pas exceptionnel** non plus.
- La **biodiversité s'appauvrit** de plus en plus suite à des **perturbations répétées**, **d'origine anthropique** (ex. *coupes intensives, surpâturage…*) ou **d'origine naturelle** (par exemple *lessivage fréquent de sols par les précipitations empêchant toute fixation de végétation*).

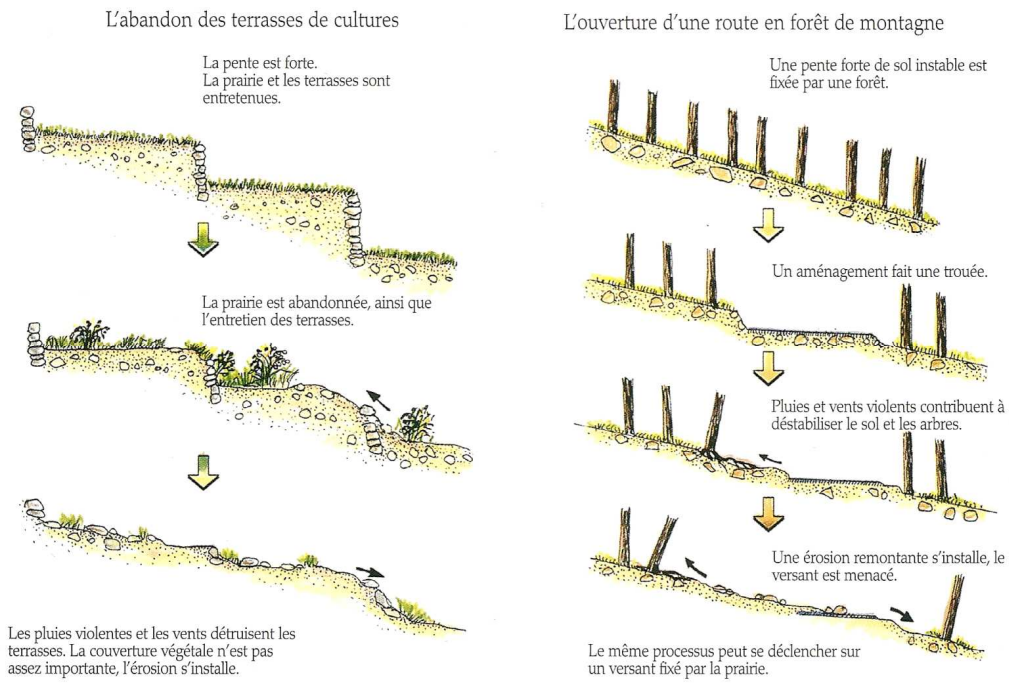


FIGURE 9. Deux exemples de séries régressives. D'après FISCHESSER & DUPUIS-TATE (2007).

B. Des écosystèmes plus ou moins résilients suite à une perturbation

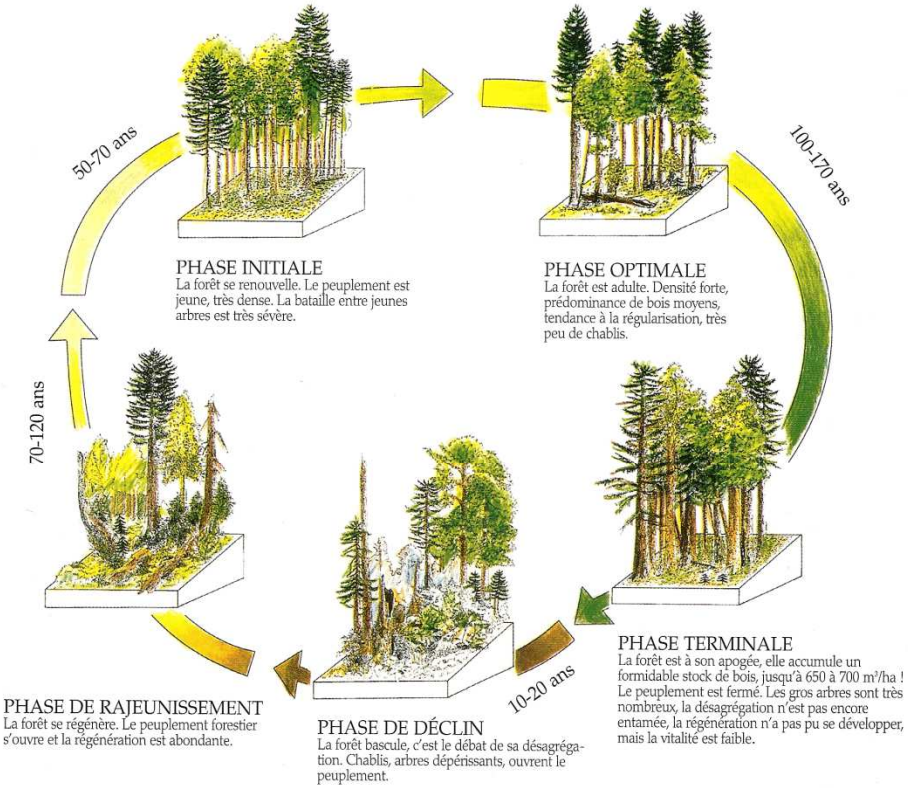
- La **résilience** est un ***concept écologique qui possède 3 significations*** tournant autour de la même idée) :
  - 1. ***Capacité d'un écosystème à absorber une perturbation et à en effacer les traces***. [Aptitude]
  - 2. ***Retour d'un écosystème, après une perturbation, à son état antérieur de fonctionnement***. [Processus]
  - 3. ***Temps que met l'écosystème pour revenir à cet état***. [Durée du processus de la déf. 2]

C. Une évolution progressive des écosystèmes qui tend vers une augmentation de la biodiversité et de la proportion de stratèges *K*

- Lors d'une **succession écologique typique**, c'est-à-dire **progressive** (qu'elle soit primaire ou secondaire), on peut noter **deux tendances très nettes** :
  - Il y a **augmentation de la biodiversité spécifique**, c'est-à-dire que le **nombre d'espèces présentes** dans l'écosystème **augmente** progressivement.
  - Alors que les **premiers stades** sont plutôt caractérisés par de **nombreux stratèges *r***, on note une **augmentation** progressive de la **proportion de stratèges *K*** (grands Animaux, arbres…), même s'il demeure toujours des **stratèges *r***, souvent situés en **bas de chaîne alimentaire**.

D. La relative stabilité des écosystèmes climaciques

Le cycle sylvigénétique d'une sapinière-hêtraie subnaturelle dans les Pyrénées :
Abandonnée depuis des siècles, cette formation forestière de la vallée d'Ossau, très proche du « climax » du phytosociologue, fluctue selon un cycle d'environ 300 ans. Les différentes phases de ce cycle se côtoient et s'imbriquent par petites taches en une inextricable mosaïque. On retrouve des phases similaires dans des forêts de montagne non exploitées autrichiennes ou suisses.



Une mosaïque où tous les types de structures sont représentés et occupent des petites surfaces.

FIGURE 10. Un écosystème forestier climacique : une mosaïque de zones dont l »évolution suit des cycles sylvigénétiques. D'après FISCHESSER & DUPUIS-TATE (2007).

- Contrairement au **schéma classique et traditionnel de la phytosociologie**, <u>on admet aujourd'hui qu'un **écosystème climacique** est un **équilibre dynamique**</u> qui n'est **pas dans un état figé et définitif** (= **pas dans un total état stable**) :
  - Les **habitats semblant à un stade d'équilibre** continuent d'**échanger des individus**, donc des **gènes** (d'où modification de la **diversité génétique**), voire des **espèces** (modification de la **diversité spécifique**) avec les habitats alentour ;
  - Les **espèces évoluent** et voient leur **polymorphisme fluctuer** (modification de la **diversité génétique**)…
- Ces **écosystèmes** subissent ainsi des **modifications qui s'étalent sur des échelles de temps plus importantes** que les successions écologiques classiques.

*Exemple des **cycles sylvigénétiques** d'une forêt non entretenue de montagne (figure 10).*

Références

ALBERTS, B., A. JOHNSON, J. LEWIS, M. RAFF, K. ROBERTS & P. WALTER (2004). *Biologie moléculaire de la cellule. Quatrième édition.* Traduction de la quatrième édition américaine (2002) par F. LE SUEUR-ALMOSNI. Flammarion, Paris. Première édition américaine 1983 (1986 1e édition française).

BARBAULT, R. (2000). *Écologie générale. Structure et fonctionnement de la biosphère.* « Sciences Sup », Dunod, Paris, 5e édition (1e édition 1983).

BERTHET, J. (2006). *Dictionnaire de Biologie.* De Boeck Université, Bruxelles (Belgique).

BOUJARD, D. (dir). B. ANSELME, C. CULLIN & CÉLINE RAGUÉNÈS-NICOL (2015). *Biologie cellulaire et moléculaire. Tout le cours en fiches. Licence. PACES. CAPES.* 2e édition (1e édition 2012), Dunod, Paris.

BREUIL, M. (2007). *Biologie 1re année BCPST-véto.* Tec & Doc, Lavoisier, Paris.

BREUIL, M. (2009). *Biologie 2e année BCPST-véto.* Tec & Doc, Lavoisier, Paris.

CAMPBELL, N. A. & J. B. REECE (2004). *Biologie.* De Boeck Université, Bruxelles, 2e édition (1e édition 1995).

[CAMPBELL, N. A.], J. B. REECE, L. A. URY, M. L. CAIN, S. A. WASSERAMN, P. V. MINORSKY, R. B. JACKSON (2012). *Campbell Biologie.* Adaptation française J. FAUCHER & R. LACHAÎNE. Pearson, Paris (4e edition).

COUVET, D. & A. TEYSSÈDRE-COUVET (2010). *Écologie et biodiversité. Des populations aux socioécosystèmes.* Belin, Paris.

DENŒUD, J., T. FERROIR, O. GUIPPONI, H. MOREAU, M. PAULHIAC-PISON, M.-L. PONS & F. TEJEDOR (2011). *Biologie-Géologie BCPST-véto 2e année.* Tec & Doc, Lavoisier, Paris.

DENŒUD, J., C. GODINOT, O. GUIPPONI, H. MOREAU, M. PAULHIAC-PISON & F. TEJEDOR (2013). *Biologie-Géologie BCPST-véto 1e année.* Tec & Doc, Lavoisier, Paris.

DENŒUD, J., C. GODINOT, O. GUIPPONI, H. MOREAU, M. PAULHIAC-PISON, M.-L. PONS & F. TEJEDOR (2014). *Biologie-Géologie BCPST-véto 2e année.* Tec & Doc, Lavoisier, Paris.

FISCHESSER, B. & M.-F. DUPUIS-TATE (2007). *Le Guide illustré de l'Écologie.* La Martinière, 2e édition (1e édition 1996), Paris.

GODINOT, C., H. MOREAU, M. PAULHIAC-PISON & F. TEJEDOR (2010). *Biologie-Géologie 1re année BCPST-véto.* Tec & Doc, Lavoisier, Paris.

LAFON, C. (2003). *La biologie autrement. 100 questions de synthèse.* Ellipses, Paris.

LATRUFFE, N. (dir.), F. BLEICHER-BARDETTI, B. DUCLOS & J. VAMECQ (2014). *Biochimie. Tout le cours en fiches. Licence. PACES-UE1. CAPES.* Dunod, Paris.

MORÈRE, J.-L., R. PUJOL (coord.), J.-C. CALLEN, L. CHESNOY, J.-P. DUPONT, A.-M. GIBERT-TANGAPREGASSOM, G. RICOU, N. TOUZET (dir.) et colloborateurs (2003). *Dictionnaire raisonné de Biologie.* Frison-Roche, Paris.

PEYCRU, P. (dir.), J.-F. FOGELGESANG, D. GRANDPERRIN, B. AUGÈRE, J.-C. BAEHR, C. PERRIER, J.-M. DUPIN & C. VAN DER REST (2010*a*). *Biologie tout-en-un BCPST 1re année.* Dunod, Paris, 2e édition (2009), réimpression corrigée (2010) (1e édition 2006).

PEYCRU, P. (dir.), J.-C. BAEHR, F. CARIOU, D. GRANDPERRIN, C. PERRIER, J.-F. FOGELGESANG & J.-M. DUPIN (2010*b*). *Biologie tout-en-un BCPST 2e année.* Dunod, Paris, 2e édition (1e édition 2007).

PEYCRU, P., D. GRANDPERRIN, C. PERRIER (dir.), B. AUGÈRE, T. DARRIBÈRE, J.-M. DUPIN, C. ESCUYER J.-F. FOGELGESANG, & C. VAN DER REST (2013). *Biologie tout-en-un BCPST 1re année.* Dunod, Paris, 3e édition (1e édition 2006).

PEYCRU, P., D. GRANDPERRIN, C. PERRIER (dir.), B. AUGÈRE, J.-F. BEAUX, F. CARIOU, P. CARRÈRE, T. DARRIBÈRE, J.-M. DUPIN, C. ESCUYER, J.-F. FOGELGESANG, S. MAURY, É. QUÉINNEC, E. SALGUEIRO & C. VAN DER REST (2014). *Biologie tout-en-un BCPST 2e année.* Dunod, Paris, 3e édition (1e édition 2007).

RAVEN, P. H., G. B. JOHNSON, J. B. LOSOS, S. S. SINGER (2007). *Biologie.* De Boeck, Bruxelles.

RICHARD, D. (dir.), P. CHEVALET, S. FOURNEL, N. GIRAUD, F. GROS, P. LAURENTI, F. PRADÈRE & T. SOUBAYA (2012). *Biologie. Tout le cours en fiches. Licence. CAPES. Prépas.* Dunod, Paris, 2e édition (1e édition 2010).

RICHARD, D. (dir.), P. CHEVALET, S. FOURNEL, N. GIRAUD, F. GROS, P. LAURENTI, F. PRADÈRE & T. SOUBAYA (2015). *Biologie. Tout le cours en fiches. Licence. CAPES. Prépas.* Dunod, Paris, 3e édition (1e édition 2010).

SEGARRA, J. (dir.), É. CHAUVET, C. COLSON-PROCH, M. HUILLE, M. LABROUSSE, F. LOUET, F. METZ & E. PIÈTRE (2014). *Biologie BCPST 1re année.* Ellipses, Paris.

SEGARRA, J., E. PIÈTRE (dir.), G. BAILLY, O. CHASSAING, D. FAVRE, T. JEAN, F. METZ & C. MEUNIER (2015). *Biologie BCPST 2e année.* Ellipses, Paris.

TIRARD, C., R. BARBAULT, L. ABBADIE & N. LOEUILLE, 2012. *Mini manuel d'Écologie.* Dunod, Paris.

VINCENT, P. (1964). *Sciences naturelles. Classe de 2eM'.* Vuibert, Paris.

VINCENT, P. (1962). *Sciences naturelles. Classe de 1reM'.* Vuibert, Paris.

VINCENT, P. (1968). *Sciences naturelles. Classe de 1eD.* Vuibert, Paris.

Plan du chapitre

Objectifs : extraits du programme 1
Introduction 1

I. La croissance démographique des populations : modalités, modélisation, stratégies 1
A. Un effectif qui dépend de quatre facteurs démographiques : natalité (liée à la reproduction), mortalité, émigration, immigration 1
B. Une croissance qui peut être modélisée par deux modèles mathématiques 1
1. Une croissance potentiellement illimitée dans un milieu sans entrave aux ressources illimitées : la courbe exponentielle (modèle de MALTHUS) 1
2. Une croissance souvent capée par la capacité d'accueil du milieu due à des ressources limitées : la courbe logistique (modèle de VERHULST) 2
3. Bilan comparatif des deux modèles 3
C.* Des espèces qui peuvent présenter des stratégies démographiques variées, comprises entre deux modèles nommés *r* et *K 3
1. Notion de stratégie biodémographique 3
2. Deux grands modèles 4
a. Les stratégies *r* : des effectifs très fluctuants, un fort taux d'accroissement et une mortalité souvent élevée 4
b. Les stratégies *K* : des effectifs proches de *K*, un faible taux d'accroissement et une mortalité souvent peu importante 4
3. Des modèles relatifs et à nuancer : l'existence d'une palette infinie de cas intermédiaires 5
D. L'existence d'un compromis entre investissement énergétique dans la reproduction et dans les autres postes de dépense énergétique : notion de trade-off 5

II. Des cortèges d'espèces qui se succèdent naturellement dans les écosystèmes : les successions écologiques 6
A. Le vocabulaire et le déroulement des successions écologiques 6
1. Notions de succession écologique et de climax 6
2. Les différents stades et les strates correspondantes d'une succession typique 6
3. Des écosystèmes qui communiquent avec les écosystèmes alentour et s'intègrent dans un paysage 6
4. Notion de série progressive (primaire ou secondaire) : une évolution vers des stades de plus en plus mûrs 7
5. Un climax qui n'est pas toujours atteint : notions de stade de blocage et de paraclimax 7
6. Notion de série régressive : des successions « inverses » dues à des perturbations répétées (anthropiques ou naturelles) 7
B. Des écosystèmes plus ou moins résilients suite à une perturbation 8
C. Une évolution progressive des écosystèmes qui tend vers une augmentation de la biodiversité et de la proportion de stratèges *K* 8
D. La relative stabilité des écosystèmes climaciques 8

Références 9
Plan du chapitre 10

© Tanguy JEAN. Les textes et les figures originales sont la propriété de l'auteur. Les figures extraites d'autres sources restent évidemment la propriété des auteurs ou éditeurs originaux.
Document produit en avril 2016 (en prépa ATS Bio) • Dernière actualisation : mai 2021.
Contact : Tanguy.Jean4@gmail.com
Adresse de téléchargement : https://www.svt-tanguy-jean.com/

Ces données sont placées sous licence *Creative Commons Attribution – Pas d'Utilisation commerciale 4.0 CC BY NC* qui autorise la reproduction et la diffusion du document, à condition d'en citer explicitement la source et de ne pas en faire d'utilisation commerciale.