

Chapitre II: La prédation

1- **Définition:** Prise dans sa signification la plus large- la consommation de la nourriture.

La prédation est le facteur initial du transfert de l'énergie dans la biocénose, elle définit les liens caractérisant les chaînes et les réseaux trophiques.

La prédation constitue donc un processus écologique essentiel qui contrôle aussi les populations constituant les communautés et leurs évolutions.

Prédateur: est un organisme vivant qui capture des proies vivant pour s'en nourrir ou pour alimenté sa progéniture.

La prédation peut être caractérisée par diverses étapes: le rencontre, le repérage, l'identification, l'approche et la consommation.

2- Différentes type de prédation

A-Selon la quantité de proies consommées :

A-1- les prédateurs de fonds : Ils se nourrissent de plusieurs espèces, leur population est relativement stable, et ils contribuent à exercer un contrôle continu sur le niveau des populations de proies

A-2- les prédateurs de chocs : Ils se nourrissent d'une ou d'un petit nombre d'espèces, l'apparition de ces prédateurs en grands nombre entraîne un effondrement des populations de proies (disparition de plusieurs espèces).

B-Selon la qualité des proies consommées :

B-1- La prédation extragilde : Impliquant une relation de nutrition entre deux espèces ne consommant pas les mêmes ressources

B-2- La prédation intragilde : Impliquant une relation de nutrition entre deux espèces consommant au moins une même ressource

B-3- Le cannibalisme : Impliquant une relation de nutrition au sein d'une même espèce.

3- **Stratégies de prédation :** Les stratégies alimentaires correspondent alors à un ensemble cohérent des réponses permettant d'optimiser le succès alimentaire d'une espèce:

1- Dimension trophique: quel sont les caractéristiques des proies recherchées?.

2- Dimension spatiale : Où rechercher ces proies?.

3- Dimension temporelle: quand rechercher ces proies?.

4- Composante comportementale: en présence de proies, comment les capturés?

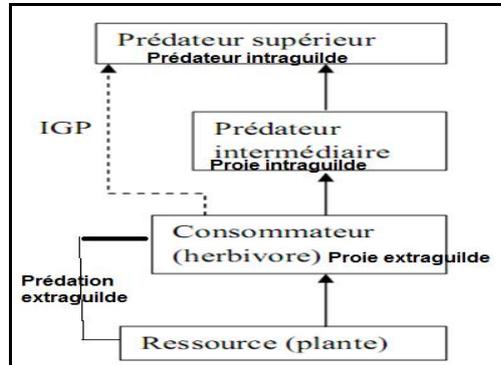
Les prédateurs selon l'espèce et /ou selon les conditions du milieu- chassent en groupe ou en solitaire. Deux grandes stratégies existent: **Prédation active et prédation furtive**

- **Prédation active:** deux modes de recherche de proies
- Recherche extensive : caractérisée par un : - Déplacement rapide.-Parcours peu sinueux. -couvrir un grand territoire -peu de temps.
- Recherche intensive : caractérisée par : -Déplacement beaucoup plus lent. -Parcours plus sinueux -Concentrer sa recherche autour du lien.
- **Prédation furtive :** Défini comme une attitude de recherche cynégétique qui permettrait au prédateur de duper les moyens de détection des ces proies, et ainsi éviter les réponses défensives qui pourraient s'en suivre. Ex : camouflage.

4- **Prédation intragilde (IGP) :** Correspond à l'évènement où un nombre d'une guildes pose un acte de prédation sur un nombre de la même guildes, ce premier étant défini comme **le prédateur intragilde**, et le second comme **la proie intragilde**. La prédation intragilde

peut être **bidirectionnel ou unidirectionnelle** (symétrique ou asymétrique) selon que la proie devient à son tour prédateur intraguilde ou non.

Dans certains cas plutôt rares, la proie extraguilde peut même devenir le prédateur du prédateur intraguilde ou de la proie intraguilde, mais ces cas sont considérés comme exceptionnelles.



L'intérêt de la prédation intraguilde provient du fait qu'elle fournit non seulement une source alimentaire supplémentaire aux prédateurs intraguilde, mais peut également servir à réduire la compétition ainsi que les risques de prédation par l'élimination d'un compétiteur ou d'un prédateur potentiel. Dans ces situations, la consommation de la proie demeure bien souvent facultative.

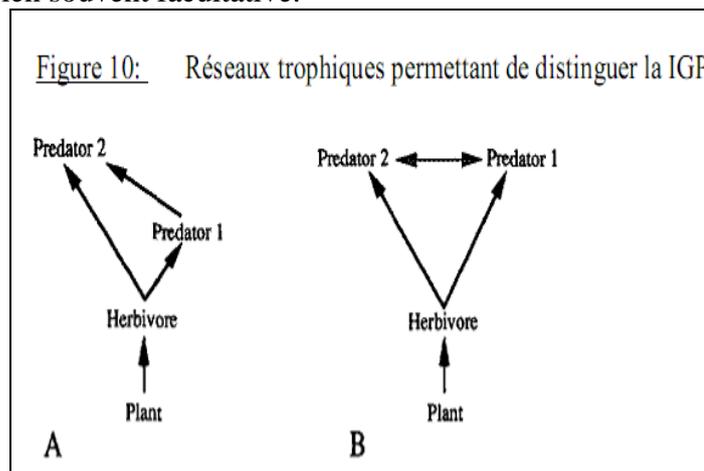


Fig : A-IGP unidirectionnelle B- IGP bidirectionnelle

Lucas(2005) propose quatre types d'IGP:

1. **IGP protectrice:** le prédateur tue la proie intraguilde dans le but de se protéger avant une période de haute vulnérabilité (la longévité), la consommation de la proie est facultative.
2. **IGP compétitive:** le prédateur tue la proie intraguilde afin d'éliminer un compétiteur, la consommation de la proie est facultative.
3. **IGP nutritionnelle:** la valeur nutritive de la proie intraguilde excède celle de la proie alternative.
4. **IGP opportuniste:** lorsque la proie est choisie pour sa taille et non pour la guildes à laquelle elle appartient.
- 5- **cannibalisme:** Le cannibalisme est largement répandu au sein du règne animal, des arthropodes (araignées et insectes en particulier) jusqu'aux vertébrés où il se rencontre chez les poissons, les oiseaux, les rongeurs.

- Plusieurs études montrent que plus de trois quart des espèces cannibales vivaient en milieu terrestre, les espèces cannibales aquatiques étant surtout présentes dans les eaux douces.
- Il constitue une forme spéciale de prédation qui survient à l'intérieur d'une même espèce dont les individus s'entre-dévorent.
- Le cannibalisme représente aussi une expression extrême de la compétition intraspécifique dont les effets sont autorégulateurs pour les populations qui le pratiquent, en cas de dépassement de la limite du milieu, il est évident que la prédation entre individus de la même espèce diminuera immédiatement la densité.
- Dans une phase initiale, le cannibalisme peut provoquer une augmentation de la fécondité de la population, puisque les adultes reproducteurs survivants seront mieux nourris donc la natalité sera plus forte.
- Ultérieurement, comme le cannibalisme s'exerce de façon préférentielle sur les individus juvéniles, la population va régresser et peut même atteindre les limites de l'extinction.

6- Impact de la prédation sur les populations de proies:

Il est très variable selon les espèces, les biotopes et les communautés considérées, l'étude de la prédation permet de tirer quelques conclusions de portée très générale:

- le niveau de l'intensité d'exploitation d'une population par un prédateur n'est pas déterminé, en règle générale, par un comportement << prudent >> de ce dernier dans l'utilisation du stock de l'espèce dont il se nourrit.
- Les prédateurs consomment dans la plupart des cas autant d'individus de la proie qu'ils peuvent en capturer, de sorte qu'ils ont la capacité théorique d'éliminer la population de cette espèce.
- En définitive, le niveau de prédation est déterminé par l'aptitude du prédateur à capturer la proie et par la capacité de cette dernière à éviter la capture
- Il existe cependant de grandes variations dans le taux de prédation selon les espèces considérées.
- Chez les espèces qui n'ont pas la capacité de fuir un prédateur c'est par exemple le cas de nombreux invertébrés, en particulier d'insectes phytophages tels les pucerons, le taux de prédation peut être élevé. Dans de tels cas, les espèces considérées ont un potentiel biotique élevé qui compense les pertes dues à la prédation
- À l'opposé, chez les espèces animales de grand taille, vertébrés en particulier et de façon plus générale chez tous les animaux capable de se déplacer et à fortiori de fuir rapidement, le taux de prédation, quoique variable selon le cas considéré, sont nettement plus faibles.

7- Rôle de la prédation :

7-1- lutte biologique: Certaines expériences d'éradication de ravageurs réalisées à vaste échelle prouvent cependant le rôle important que peut jouer la prédation dans la régulation des effectifs de l'espèce proie.

- Un exemple de la cochenille australienne *Icerya Purchasi* fut l'objet de cette application.
- Cette espèce fut introduite accidentellement dans les vergers de Citrus californiens en 1869, puis dans le bassin méditerranéen à la fin du siècle dernier.
- Dans chaque cas, elle se nuit à pulluler, ravageant les cultures d'orangers et autres agrumes, la prolifération de cette espèce fut définitivement enrayerée en 1889 par l'introduction en Californie d'un de ses prédateurs australiens la coccinelle *Novius cardinalis*. Ultérieurement l'importation de ce prédateur en Europe méditerranéen au début de ce siècle élimine de la même façon la cochenille dans la culture de Citrus.

- À l'opposé, l'usage du DDT provoque à la fin des années 1940 de nouvelles pullulations de la cochenille australienne en Californie car elle résiste à cet insecticide, alors que *Novius cardinalis* y est très sensible.

7-2- équilibre biologique: En l'absence de carnivore, les herbivores pullulent, dégradent leur habitat et leurs populations finissent par s'effondrer sous l'action conjuguée du manque de nourriture et des épidémies.

Exemple : Conséquence de l'éradication des carnivores sur les effectifs de leurs victimes : (Etude sur la population de cerfs-mulets en Arizona par Leopold (1943)) :

→ au début de siècle-----4000 cerfs-mulet.

- Les chasseurs entreprirent en 1907 de détruire les carnivores.
- Tué entre 1907 et 1939 -----816 Pumas et trentaine de loups.
- 1907 et 1923-----3000 Coyote.
- 1924 et 1939-----4388 Coyotes.

Conséquence

- Population de cerfs se mit à croître rapidement 100.000 têtes en 1924.
- Dégradation de la végétation.
- 1924 et 1925 mort par inanition de 60% du troupeau de cerfs.
- 1939-----10000 individus

7-3- Elimination des animaux malades:

- Ils sont les plus faciles à capturer.
- Maintien de l'état sanitaire des populations de proies.
- Peut enrayer des épidémies.

7-4- Organisation des peuplements: la prédation favorise une diversité élevée en maintenant la population à un faible niveau et en empêchant certaines espèces de monopoliser les ressources disponibles à leur seul profit.

8- Réponses d'un prédateur aux variations d'abondance d'une proie:(influence des proies sur les prédateurs) : On peut distinguer avec Holling 2 types de réponses:

8-1- réponse fonctionnelle: augmentation du nombre de proies consommées lorsque la densité de la proie augmente.

8-2- réponse(s) numérique (s): changement de densité du prédateur lorsque le nombre de proie augmente.

Cela revient à dire que le nombre de proies disponibles augmente, un prédateur peut d'abord réagir en modifiant son taux de prédateur (**réponse fonctionnelle**) et ensuite augmenter ses effectifs (**réponse numérique**).

9- Effet des prédateurs sur la dynamique des proies

- Si on prend en compte simultanément les réponses fonctionnelles et numériques, on peut décrire l'évolution simultanée des populations de proies et de prédateurs.
- De façon classique, on considère un système simple, avec une proie et un prédateur. Cela ne se rencontre que dans les systèmes avec monophagie. Cela décrit donc rarement la réalité.
- Le modèle le plus classique: modèle de Alfred Lotka (un biophysicien américain) et Vito Volterra (un mathématicien italien).
- Système à deux équations différentielles décrivant l'évolution dans le temps de la densité de proie et de prédateur.

- Les deux auteurs (Lotka et Volterra) 1925, 1926 partent de l'hypothèse d'une croissance exponentielle de population naturelle.

Croissance de la **population de proies (N)**
en cas d'absence de prédateurs (P): $\frac{dN}{dt} = r_1 N$

en présence de prédateurs (P):
(k_1 mesure l'habileté des proies à échapper aux prédateurs) $\frac{dN}{dt} = (r_1 - k_1 P) N$

Croissance de la **population de prédateurs (N)**
en cas d'absence de proies (P): $\frac{dP}{dt} = -r_2 P$

en présence de proies (P):
(k_2 mesure l'habileté des prédateurs à attraper des proies) $\frac{dP}{dt} = (-r_2 + k_2 N) P$

Le couple « prédateur-proies » sera en équilibre quand les densités de proies ET les densités de prédateurs seront constantes.
Constance : dérivée = 0

$\frac{dN}{dt} = (r_1 - k_1 P) N$ donc $P_{eq} = \frac{r_1}{k_1}$

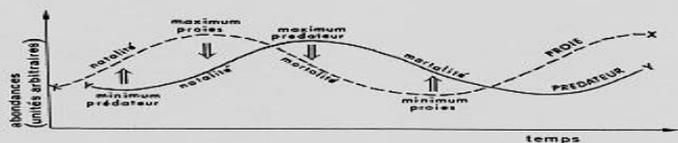
$\frac{dP}{dt} = (-r_2 + k_2 N) P$ donc $N_{eq} = \frac{r_2}{k_2}$

Chaque équation représente une isocline, pour les prédateurs et pour les proies. L'équilibre est atteint à l'intersection des deux.

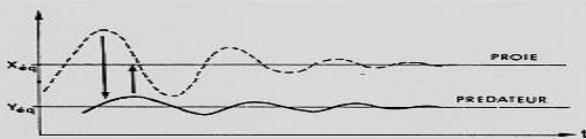
Résolution numérique de ce système de différentielles : les densités des deux populations évoluent de façon **périodique** et **décalée** dans le temps

Un système Proies-Prédateurs peut alors montrer 3 évolutions possibles :

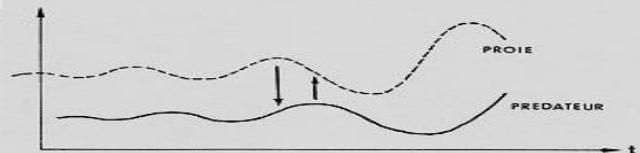
Oscillations entretenues indéfiniment avec une amplitude constante



Oscillations amorties aboutissant à un équilibre

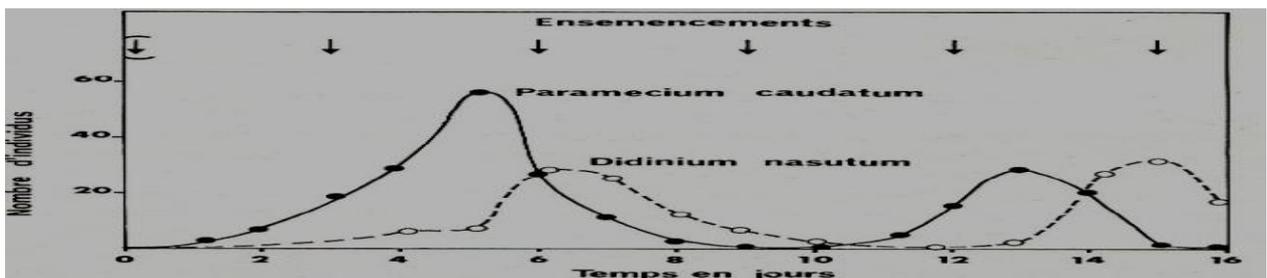


Oscillations amplifiées aboutissant tôt ou tard à la disparition d'un partenaire ou l'autre

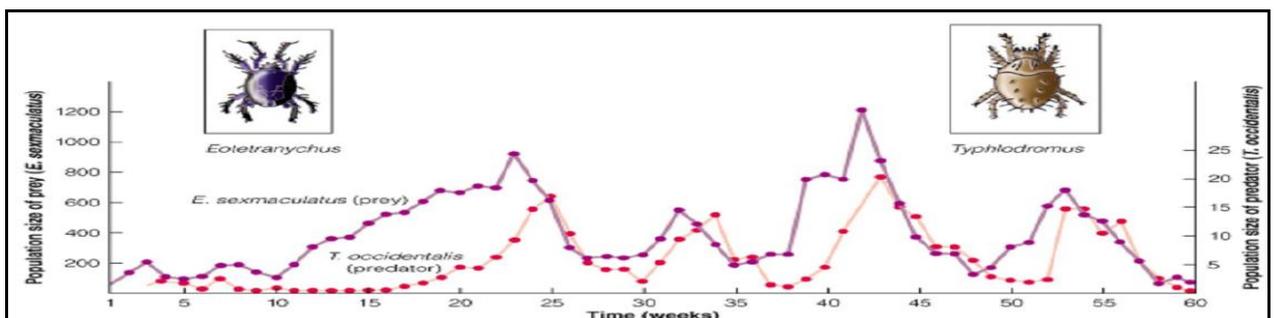


10- Dynamique du système prédateur proie en Laboratoire :

- Le model de Lotka et volterra fut à l'origine de nombreux travaux expérimentaux:
- Gause (1935) avec les protozoaire *Paramecium caudatum* (proie) et *Didinium nasutum* (prédateur) montré que le maintien de la coexistence s'était possible qu'à condition d'ensemencer régulièrement en proie (simulation d'une immigration périodique) ou de ménager à la proie un refuge dans lequel une partie de population échappe aux prédateurs sinon il y a extinction des paramécies puis de leurs prédateurs.
- Gause concluait que les oscillations périodiques des effectifs de prédateurs et de proies n'étaient pas une propriété intrinsèque du système prédateurs- proies mais les conséquences de phénomène d'immigration répétés.



- ❖ Un autre travail fondamentale quant à l'analyse expérimentale du système prédateur- proie est celui de Huffaker (1958) avec les acariens *Eotetranychus sexmaculatus* (acarien phytophage élevé sur les orangers dont il consomme l'écorce) et *Typhlodromus occidentalis* (prédateur du premier). En augmentant l'hétérogénéité spéciale du système (252 oranges, paraffinées de manière à ne laisser que 1/ 20^{ème} de la surface exposé aux phytophages).
- ❖ En altérant la capacité de dispersion des prédateurs et des proies) diminution de celle des premiers au moyen de barrières de vaseline et augmentation de celle des proies par l'utilisation de courants d'aire).
- ❖ Huffaker finit par obtenir la coexistence du prédateur et de sa proie durant 70 semaines. Là aussi, donc des phénomènes d'immigration locales répété.



- **En conclusion:** la coexistence prédateur-proie est obtenue en milieu homogène à une double condition:
 - 1- Les prédateurs ne soient pas capables de captures toutes les proies.
 - 2- La croissance de la population proie soit limitée par un autre facteur que la prédation.

Modèle de Lotka-Volterra : des conditions initiales non réalistes

- **Simplification Environnementale**
 - Constance dans le temps
 - Espace uniforme
- **Simplification Biologique**
 - Individus identiques et constants dans le temps
 - Croissance exponentielle des proies
 - Proies limitées **uniquement** par la prédation
 - Croissance des prédateurs ne dépend que de la prédation
- **Simplification Écologique**
 - Proies et Prédateurs se rencontrent au hasard, proportionnellement à la densité
 - Pas de saturation pour les prédateurs
 - Régime alimentaire unique et invariable

Amélioration du modèle de Lotka-Volterra :

Afin de dépasser les contraintes du modèle de Lotka-Volterra, on peut considérer une croissance logistique des proies, plus proche de la réalité que la croissance malthusienne utilisée initialement dans le modèle de Lotka-Volterra.

- ainsi l'équation régissant la croissance des proies devient:

$$\frac{dN}{dt} = rN \left(1 - \frac{N}{K} \right) - aNP$$

- Où K représente la capacité nutritive du milieu, r le taux d'accroissement naturel (sans tenir compte des prédateurs) des proies (naissance – décès) et a le taux de capture par prédateur, c'est à dire le nombre de proie tué à chaque rencontre avec un prédateur.
- Pour les prédateurs, on peut considérer une réponse fonctionnelle de type I, de la forme :

$$\frac{dP}{dt} = -cP + dNP$$

- Où d correspond au taux de reproduction des prédateurs en fonction des proies et c est le taux de mortalité des prédateurs (sans tenir compte des proies). Finalement on obtient pour système :

$$\begin{cases} \frac{dN}{dt} = rN \left(1 - \frac{N}{K} \right) - aNP \\ \frac{dP}{dt} = -cP + dNP \end{cases}$$