

Ecologie et biodiversité
Master de Recherche 'Ifriqiya' :
Santé Publique Environnementale
«M2-SPE »

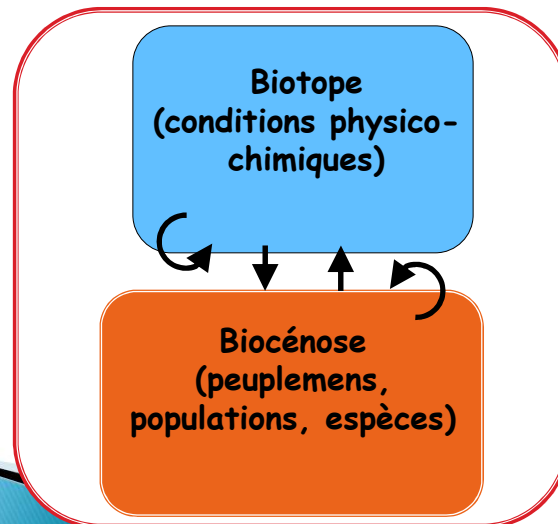
Neila Annabi-Trabelsi

I. Introduction

- ❑ Le mot « écologie » vient du grec Oïkos (Demeure, habitat) et Logos (Science) ; c'est donc littéralement la science de la demeure, de l'habitat.
- ❑ Le terme fut introduit en 1866 par le biologiste allemand Ernst Haeckel qui définit l'écologie comme "la science des relations des organismes avec le monde environnant, c'est-à-dire, dans un sens large, la science des conditions d'existence".
- ❑ Une autre définition a été proposée par Dajoz (1983) pour qui : " L'écologie est la science qui étudie les conditions d'existence des êtres vivants, les interactions de toutes sortes qui existent entre ces **êtres vivants** d'une part et entre ces **êtres vivants** et **le milieu d'autre** part.

I. Introduction

Écosystème = Biocénose + biotope



I. Introduction

Un écosystème doit au moins comprendre les éléments suivants:

- ✚ un environnement inorganique
- ✚ une espèce autotrophe, c'est-à-dire capable de produire sa propre nourriture à partir des composés inorganiques de son environnement: producteur primaire;
- ✚ une espèce décomposant les déchets et résidus de la première: décomposeur
- ✚ un fluide (air ou eau, ou les deux).

I. Introduction

Écosystème = Biocénose + biotope



Unité fonctionnelle de relations complémentaires et **de transfert et circulation de matière et d'énergie.**

Se résume à
trois groupes
d'organismes

Les producteurs

Les cyanobactéries, les
algues et les plantes



Les consommateurs

Les animaux



Les décomposeurs

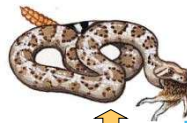
Les bactéries et les mycètes



Un niveau trophique est l'ensemble des organismes qui obtiennent leur énergie à partir du même étage alimentaire.

Un niveau trophique = un étage alimentaire

CARNIVORE DE 2^e ORDRE
(Consommateurs tertiaires)



Quatrième
niveau trophique

CARNIVORE DE 1^e ORDRE
(Consommateurs secondaires)



Troisième
niveau
trophique

HERBIVORE
(Consommateurs primaires)



Deuxième
niveau
trophique

PRODUCTEURS



Premier niveau
trophique

Énergie et
nutriments de



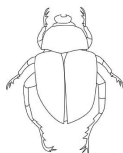
4 niveaux trophiques, en général, dans un écosystème

Parfois, un cinquième niveau trophique s'ajoute : les consommateurs quaternaires

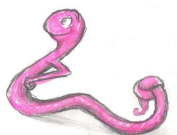


Les **OMNIVORES**, les «mangeurs» de viande et de plantes, font partie de divers niveaux trophiques car ils se nourrissent de divers étages alimentaires.

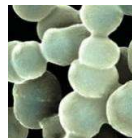
Les **DÉTRITIVORES**, les mangeurs des détritits végétaux et animaux, font partie de tous les niveaux trophiques.



Scarabé



Lombric



Bactéries



Mycètes

2. Chaîne alimentaire

Une chaîne alimentaire de la forêt boréale

Transfert «en ligne droite» de l'énergie et des nutriments d'un niveau trophique à l'autre

Ensemble des êtres vivants qui se nourrissent «directement» les uns des autres.

Le loup mange le lièvre

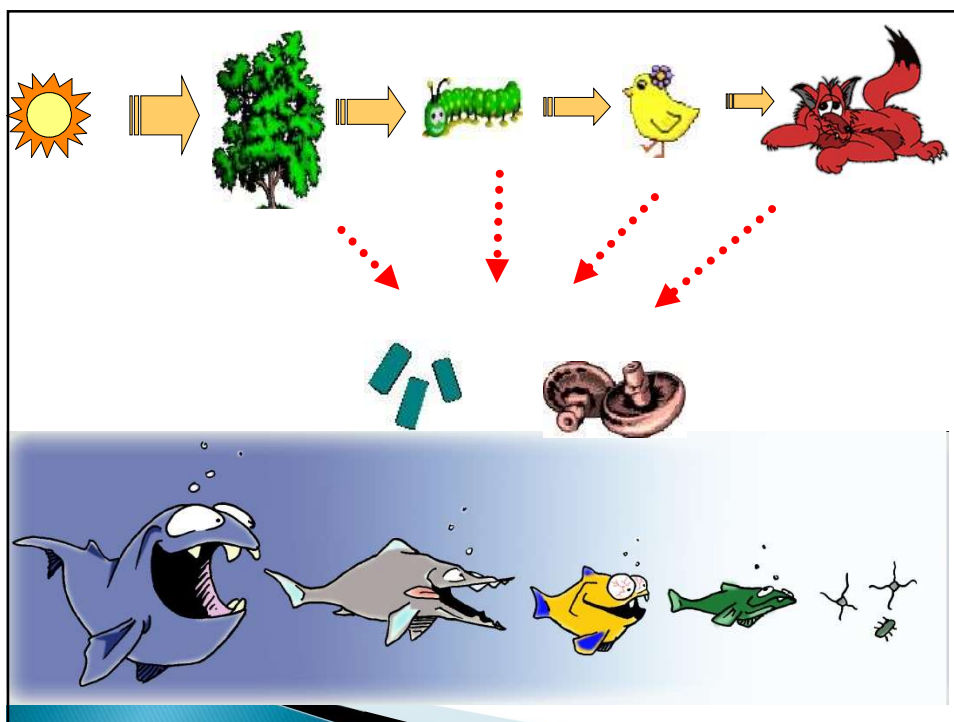
Le lièvre mange le feuillage du sapin baumier.

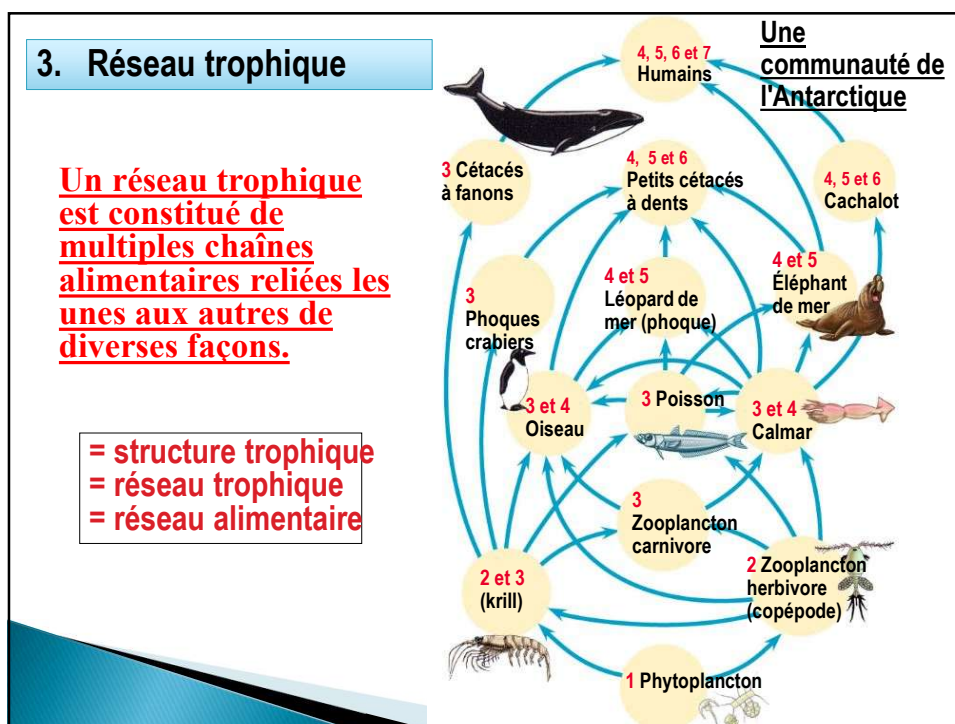
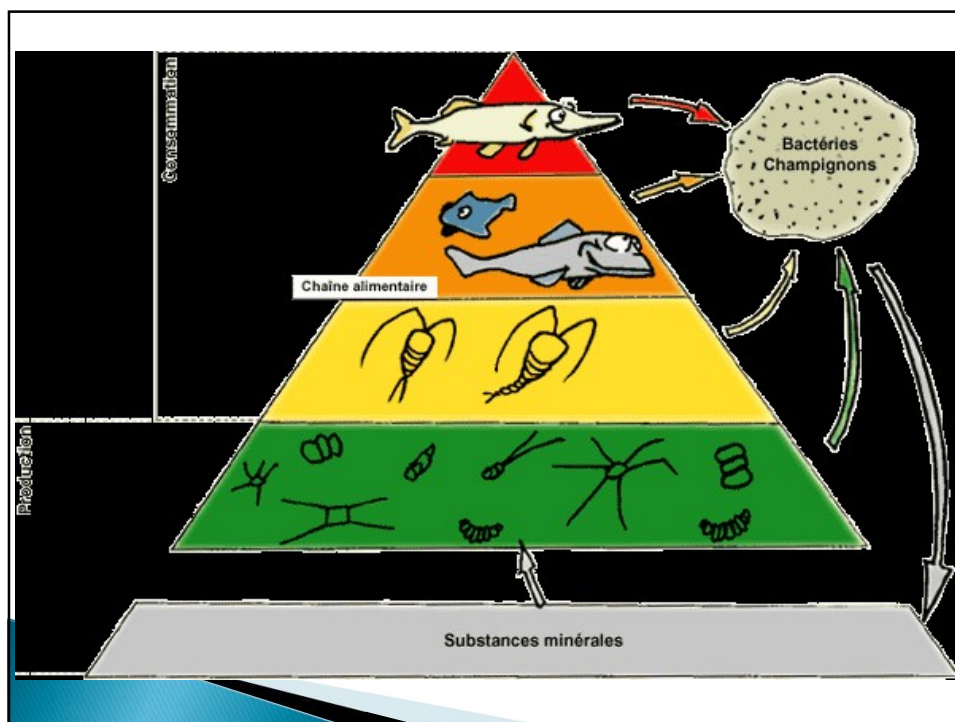
Le sapin Baumier puise les éléments minéraux restitués par les détritivores afin de mener sa photosynthèse. Transformation des débris en éléments



Détritivores

Déchets organiques : excréments, urines, cadavres, détritus végétaux...





Les producteurs des chaînes alimentaires			
Milieu	Source d'énergie	Type de chaîne alimentaire	Producteurs
Terrestre	Énergie lumineuse	Chaîne photosynthétique	Végétaux
Aquatique	Énergie lumineuse	Chaîne photosynthétique	Cyanobactéries, algues microscopiques du plancton, grandes algues et végétaux aquatiques
Abyssal	Énergie tirée de l'oxydation du H_2S (sulfure d'hydrogène) et du CH_4 (méthane)	Chaîne chimiosynthétique	Bactéries hébergées par les vers tubicoles des cheminées chaudes et par les moules des suintements froids



Les grandes algues, par exemple **des laminaires** ! (Règne des **protistes**)

Les **cyanobactéries** «algues bleu vert» sont minuscules car ce sont des cellules de type bactérien. (**Domaine des Prokaryotes**)






Les algues microscopiques




Algues vertes

(3) espèces de Desmidiés



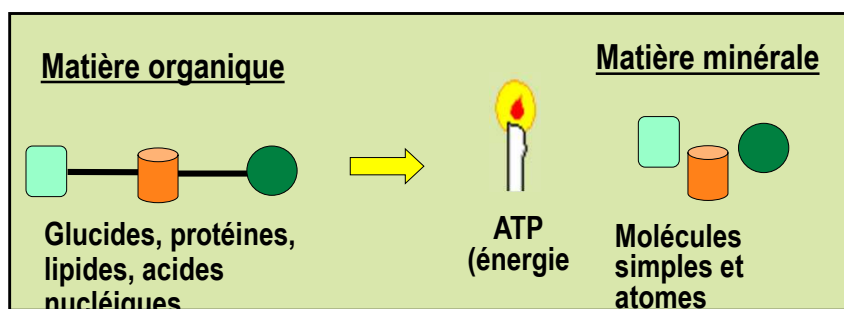
Algues dorées (90% du phytoplancton)



(3) espèces de Diatomés

Les consommateurs de l'écosystème

Ce sont les organismes qui décomposent la matière organique «complexe» de leur nourriture en matière minérale «simple» tout en récupérant l'énergie qu'elle contient de même que ses atomes constitutifs.



Rappelons-nous que la matière organique (nourriture des consommateurs) a été produite par les producteurs, à la base de la chaîne alimentaire !

Les décomposeurs de l'écosystème

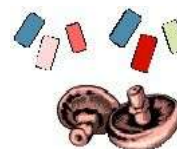
Certains décomposeurs sont des consommateurs détrivores (consomment des détritits) à digestion interne — **digèrent leur nourriture à l'intérieur de leur corps**~

- *Lombrics mangent de la terre*
- *Bousiers se nourrissant d'excréments*
- *Limaces mangeant des détritits de feuilles*
- *Vautours et hyènes mangeant des carcasses*

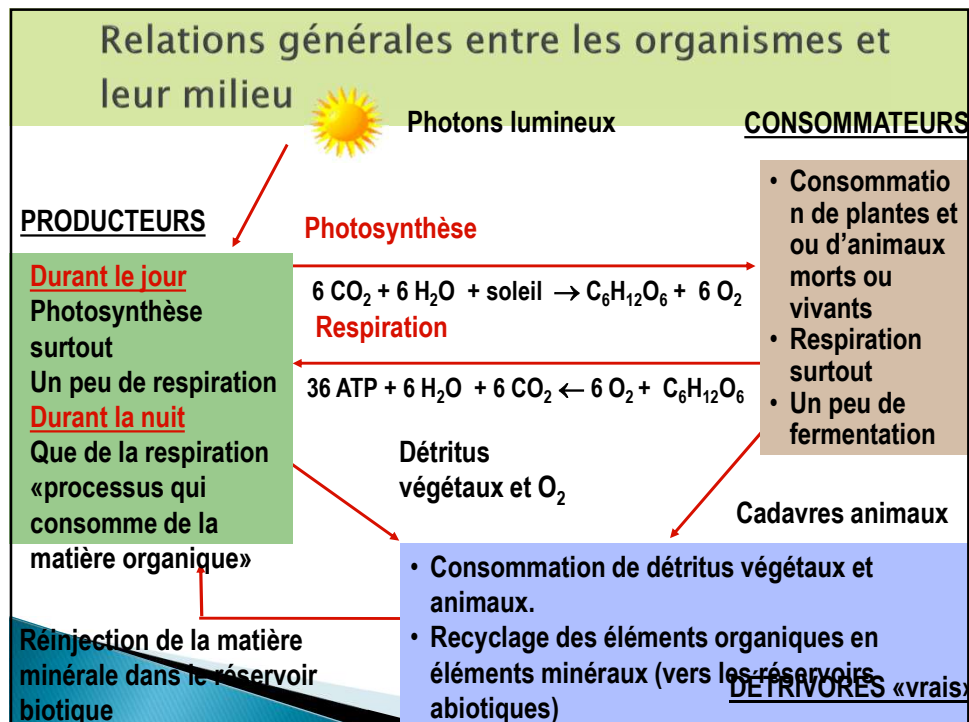


Les véritables décomposeurs sont les consommateurs détrivores à digestion externe — **digèrent leur nourriture à l'extérieur de leur corps** directement dans l'environnement.

Les bactéries et les mycètes sécrètent, à la surface de leur nourriture, des enzymes qui dégradent celle-ci, puis, ils en absorbent les produits de décomposition.

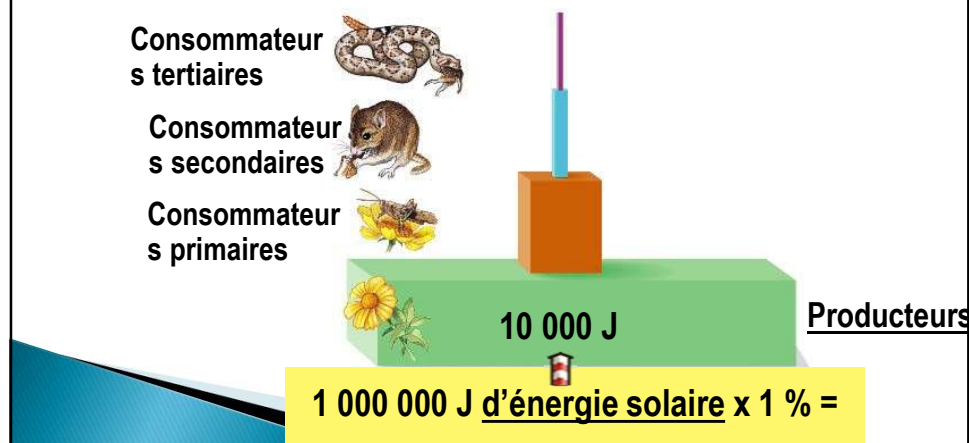


Détritits — matière organique animale ou végétale «morte»

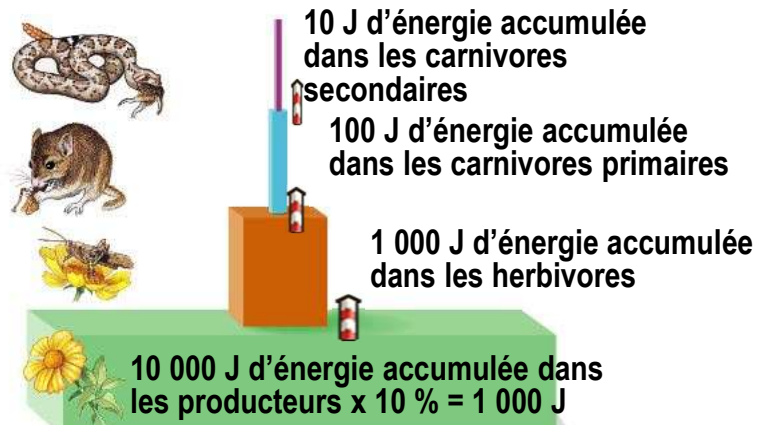


E- L'énergie circule des producteurs aux détrivores. **Le flux de l'énergie est unidirectionnel.**

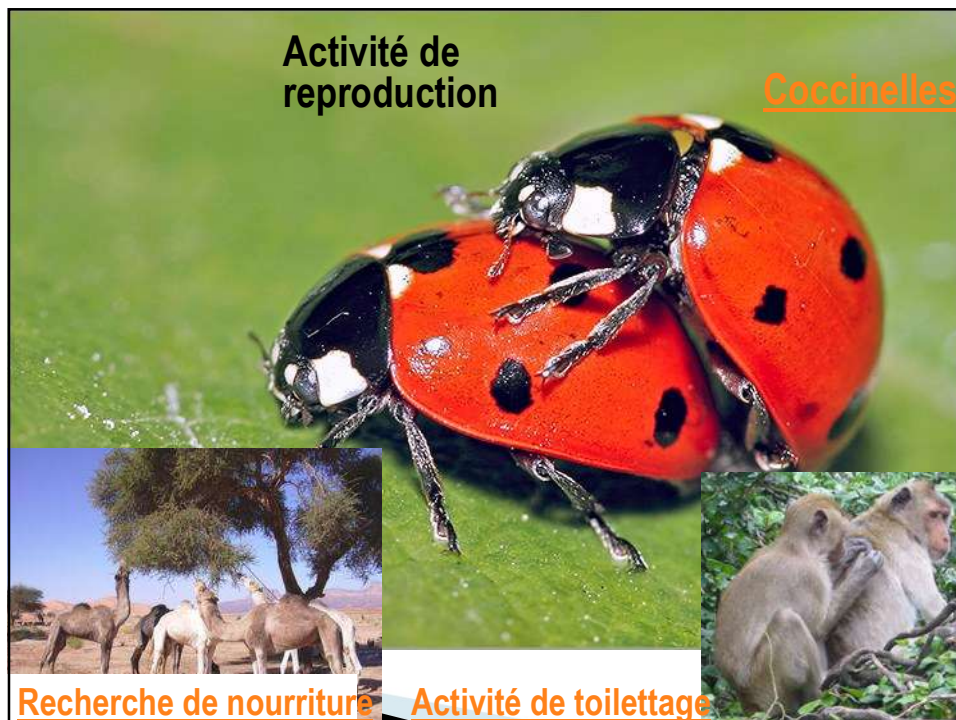
F- Environ 1 % de l'énergie lumineuse pénètre dans les écosystèmes et y maintient les niveaux trophiques.



- G- Environ 10% de l'énergie contenue dans un niveau trophique s'incorpore à la biomasse (masse biologique des organismes) du niveau suivant. La différence de 90% est perdue de multiples façons.



1 000 000 J d'énergie solaire $\times 1\% =$

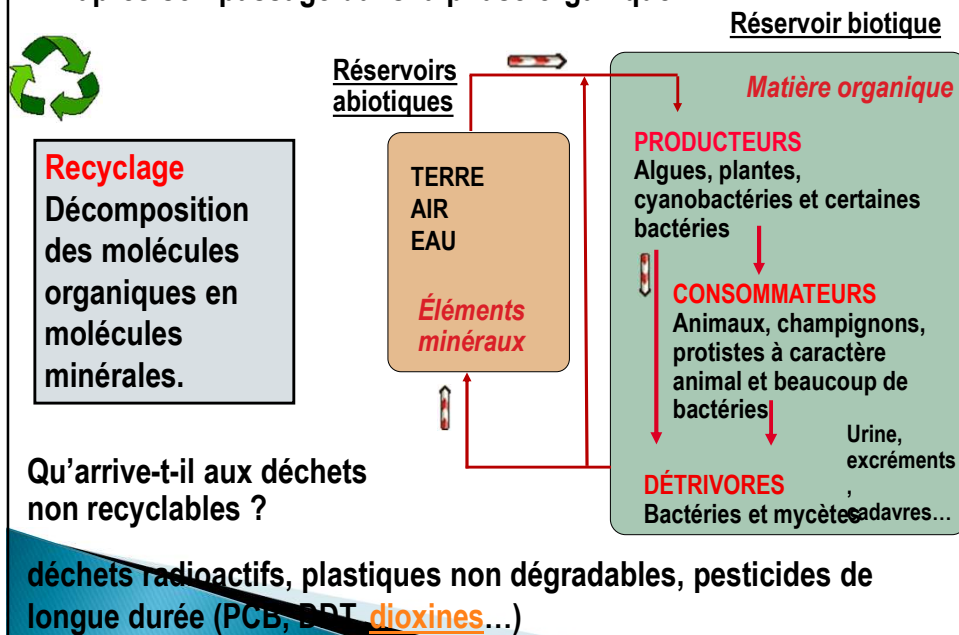


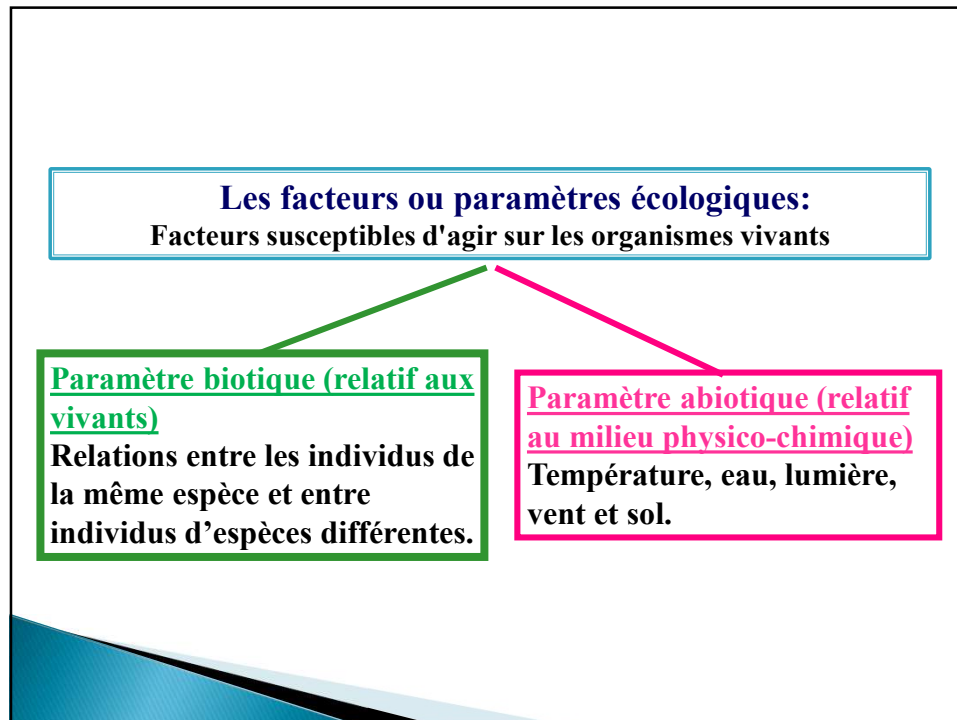
Les paramètres du flux de la matière dans

l'écosystème

- Le **flux de matière** est le mouvement des éléments au travers du réservoir biotique des organismes, sous forme de matière organique et des réservoirs abiotiques de l'environnement sous forme de matière minérale.
- La matière est le matériau de base avec lequel les formes vivantes et non vivantes se construisent.
- La matière circule alternativement entre les mondes biotique et abiotique d'où l'expression **cycle biogéochimique**.

H- L'étape-clé de la circulation de la matière est son recyclage après son passage dans la phase organique.





II. Les facteurs abiotiques

- Un organisme ne survit que s'il tolère les facteurs abiotiques de son habitat:

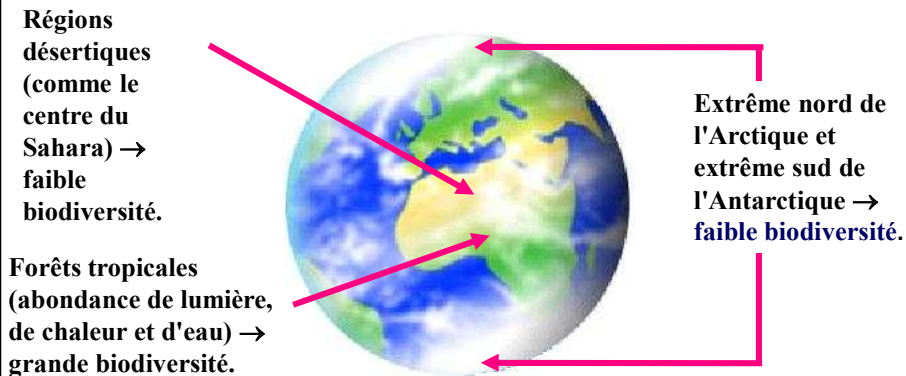
Température* — **Eau*** — Lumière — Vent — Sol

* Facteurs qui influencent le plus, la distribution des organismes

- Les facteurs abiotiques varient d'une **région à l'autre** (dans l'espace) et d'une **saison à l'autre** (dans le temps)

II. Les facteurs abiotiques

- Plus les facteurs abiotiques sont favorables, plus les organismes sont nombreux et variés. Et vice versa.
- En allant de l'équateur vers les pôles, la biodiversité diminue car les conditions abiotiques deviennent difficiles à supporter.

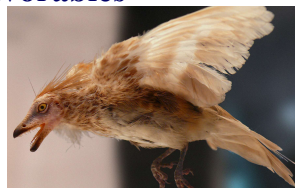


II. Les facteurs abiotiques

- Les organismes ont développé (3) types d'adaptations pour résister aux conditions abiotiques défavorables

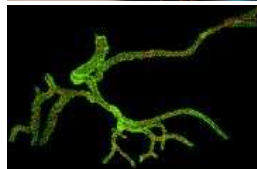
1. Adaptation morphologique

Exemple: Structure physique particulière telle la présence de plumes.



2. Adaptation physiologique

Exemple: Processus interne comme le resserrement des vaisseaux sanguins quand il fait froid.



3. Adaptation comportementale

Exemple: Action par l'organisme comme se mettre à l'abri de la pluie.

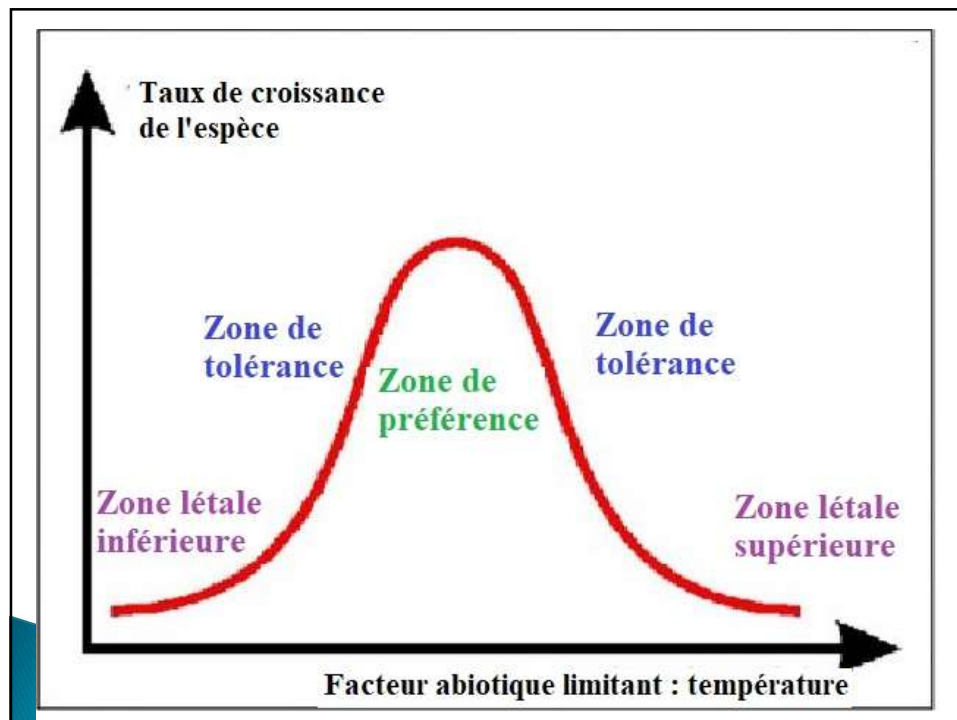


II. Les facteurs abiotiques

II.1. La température

- La température est un **facteur important dans la distribution des organismes** car elle présente de grandes fluctuations sur la planète selon la latitude et la saison.

- L'intervalle de température viable pour une cellule se situe entre 0°C à 45°C. En deçà de 0°C, les cellules gèlent et se rompent et au-delà de 45°C, les protéines se dénaturent.
- À l'intérieur de cet intervalle, les réactions chimiques cellulaires sont possibles ; elles s'accroissent, cependant, avec l'augmentation de température et elles ralentissent s'il fait plus froid.
- Il existe un intervalle thermique idéal ou **optimal** pour chaque espèce.



II. Les facteurs abiotiques

II.1. La température

- Deux façons de réagir face à la température

ECTOTHERMES (hétérothermes, poïkilothermes)

Invertébrés, poissons, amphibiens et reptiles

1. Incapables de réguler leur température.
2. Se réchauffent s'il fait plus chaud et se refroidissent s'il fait plus froid.
3. Sont dits à sang froid.



ENDOTHERMES (homéothermes)

Mammifères et oiseaux

1. Régulent leur température.
2. Maintiennent leur température corporelle à un niveau constant
3. Sont dits à sang chaud.



II. Les facteurs abiotiques

II.1. La température

Exemples d'adaptations pour contrer les effets négatifs d'une température inadéquate

Adaptations des ectothermes

Peau épaisse, présence de graisse...

Lézard qui se chauffe au soleil le jour et se cache dans son terrier la nuit.

Insecte qui se tient sur une patte puis sur une autre sous le chaud soleil du désert.

Les **iguanes marins** diminuent leur débit sanguin cutané et leurs pulsations cardiaques lorsqu'ils plongent en mer (pour perdre moins de chaleur). Ils font l'inverse lorsqu'ils se chauffent au soleil.

La **grenouille des bois** ne subit pas l'effet du gel à cause d'un antigel naturel.

Iguane marin



II. Les facteurs abiotiques

II.1. La température

Exemples d'adaptations pour contrer les effets négatifs d'une température inadéquate

Adaptations des endothermes

Plumes et poils

Changer d'endroit, migrer, se serrer les uns contre les autres.

Le chien, pour se refroidir, halète, dilate ses vaisseaux sanguins cutanés et transpire.

Le chien, pour se réchauffer, frissonne et resserre ses vaisseaux sanguins cutanés

Exemples d'adaptations pour contrer les effets négatifs d'une température inadéquate

Adaptations des ectothermes

Peau épaisse, présence de graisse... (?)

Lézard qui se chauffe au soleil le jour et se cache dans son terrier la nuit. (?)

Insecte qui se tient sur une patte puis sur une autre sous le chaud soleil du désert. (?)

Les **iguanes marins** des îles Galápagos diminuent leur débit sanguin cutané et leurs pulsations cardiaques lorsqu'ils plongent en mer (pour perdre moins de chaleur). Ils font l'inverse lorsqu'ils se chauffent au soleil. (?)
La **grenouille des bois** ne subit pas l'effet du gel à cause d'un antigel naturel. (?)

Morphologique = M
Comportementale = C
Physiologique = P

Adaptations des endothermes

Plumes et poils (?)

Changer d'endroit, migrer, se serrer les uns contre les autres. (?)

Le **chien**, pour se refroidir, halète, dilate ses vaisseaux sanguins cutanés et transpire. (?)

Le **chien**, pour se réchauffer, frissonne et resserre ses vaisseaux sanguins cutanés (?)

II. Les facteurs abiotiques

II.2. L'eau

- L'eau est un facteur important dans la distribution des organismes parce que sa **concentration est rarement la même** que celle de organismes et qu'elle n'est **pas toujours très disponible**.

La concentration de l'eau est rarement la même que celle des organismes

II. Les facteurs abiotiques

II.2. L'eau

Cas des invertébrés marins et des agnathes

De même concentration que l'eau de mer «isotonique»



Lamproie

554 Na⁺, 532 Cl⁻, 6.8 K⁺, 3 urée
Total = **1002** mosm / l

Eau de mer

460 Na⁺, 540 Cl⁻, 10 K⁺
Total = **1000** mosm / l

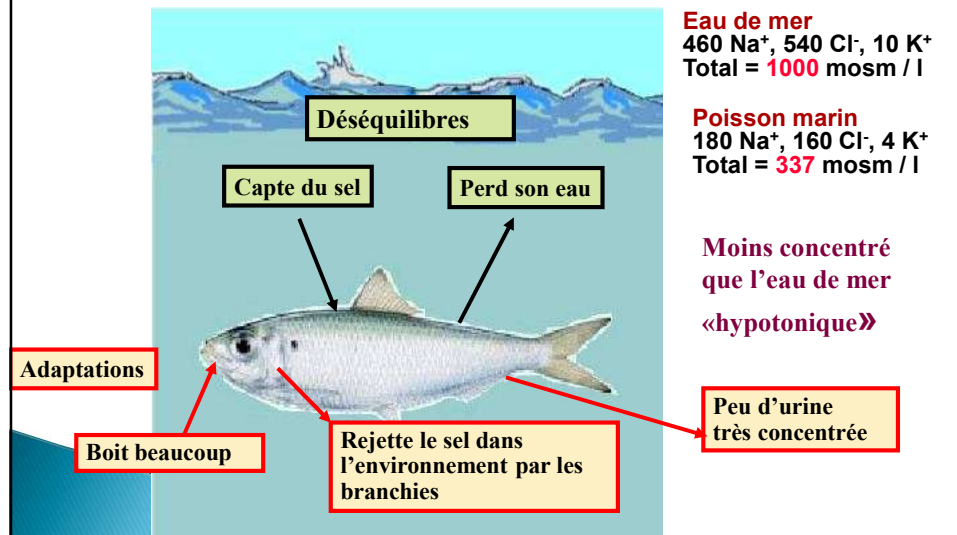
Pas de déséquilibre hydrique

Une lamproie (agnathe)

II. Les facteurs abiotiques

II.2. L'eau

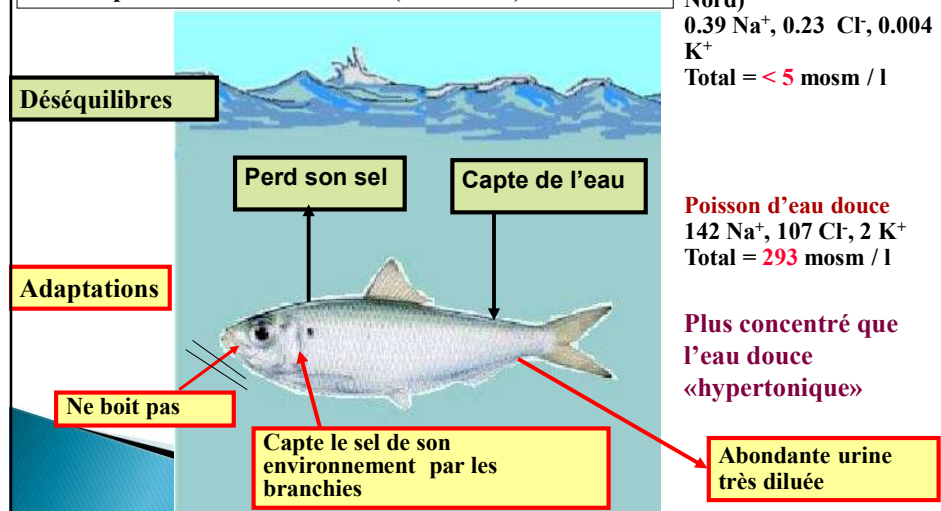
Cas du poisson osseux marin

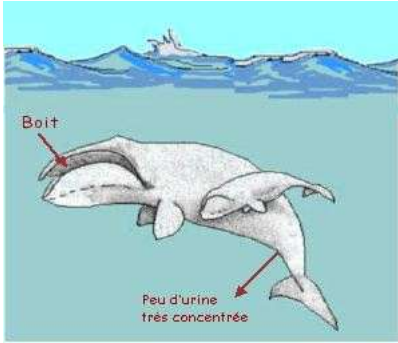
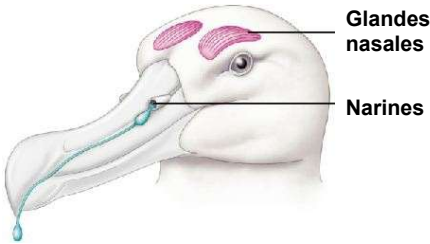


II. Les facteurs abiotiques

II.2. L'eau

Cas du poisson osseux dulcicole (eau douce)



Cas des mammifères marins	Cas des oiseaux marins
 Mammifères marins Moins concentrés que l'eau de mer = hypotoniques <u>Déséquilibres</u> Se déshydratent et gagnent du sel <u>Adaptations</u> 1. Boivent de l'eau de mer. 2. Concentrent fortement leur urine.	 Oiseaux marins Moins concentrés que l'eau de mer = hypotoniques <u>Déséquilibres</u> Se déshydratent et gagnent du sel <u>Adaptations</u> 1. Boivent de l'eau de mer. 2. Excrètent l'excès de sel par leurs glandes nasales.

II. Les facteurs abiotiques

II.2. L'eau

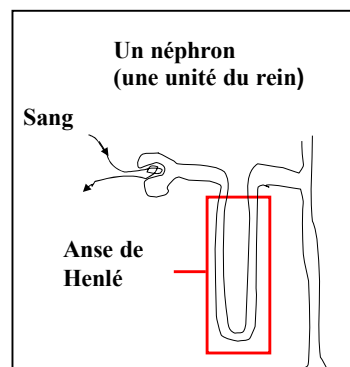
Face à la rareté de l'eau il faut des adaptations qui permettent de maximiser son utilisation et de minimiser ses pertes.

Cas du rat-kangourou (vit dans le désert)

1. Ses **anses de Henlé** sont très longues de sorte qu'il perd très peu d'eau dans son urine.
2. Son métabolisme lui fournit presque tous ses besoins en eau.



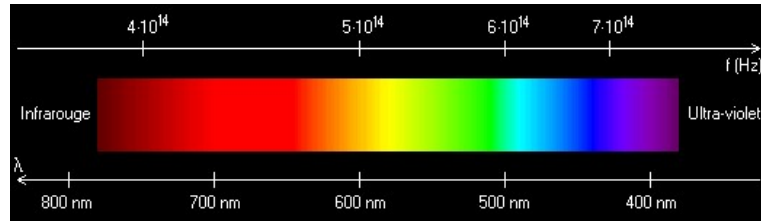
	Rat	Humain
<u>Apport d'eau par jour</u>	Boissons 0% Aliments 10% Eau métabolique 90%	Boissons 60% Aliments 30% Eau métabolique 10%
<u>Perte d'eau par jour</u>	Vaporisation 73% Urine 23% Fèces 4%	Vaporisation 36% Urine 60% Fèces 4%



II. Les facteurs abiotiques

II.3. La lumière

La lumière est **un important facteur de distribution des organismes aquatiques** qui font de la photosynthèse car elle est rapidement absorbée dans l'eau. Chaque mètre d'eau absorbe 45% de la lumière rouge et 2% de la lumière bleue. À une certaine profondeur, il n'y a plus de lumière.

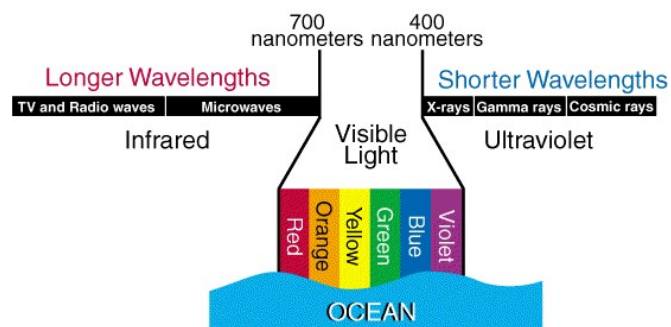


Spectre des ondes lumineuses visibles

II. Les facteurs abiotiques

II.3. La lumière

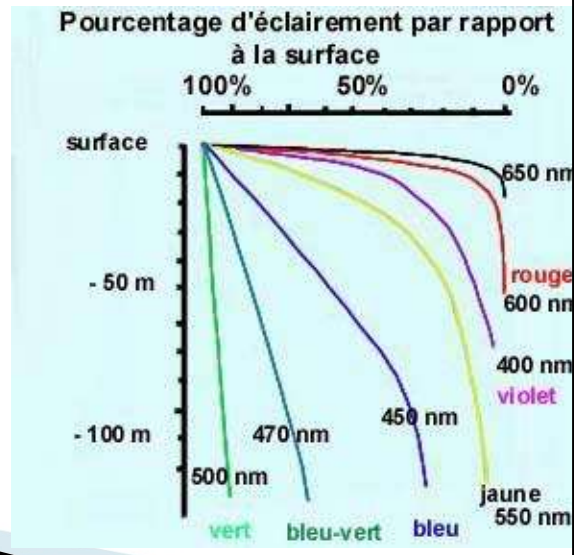
- La lumière fournit l'énergie nécessaire aux autotrophes photosynthétiques pour produire des molécules organiques.
- La photosynthèse est l'origine de plus de 95% de la *production primaire* des océans (le reste étant fourni par la chimiosynthèse).
- Donc, la lumière est un facteur clé de l'environnement.



II. Les facteurs abiotiques

II.3. La lumière

Lors de la pénétration de la lumière en milieu aquatique, les radiations rouges de longueur d'onde supérieure à 600 nm, sont absorbées entre 0 et 15 mètres de profondeur, puis les jaunes et les orangées les radiations vertes et bleues disparaissent plus profondément entre 75 et 100 mètres; à 200 mètres subsiste une faible quantité de radiations bleues.



III. Les relations intraspécifiques dans la communauté (relations entre les membres de la même espèce)

A- Compétition intraspécifique

L'interaction des organismes vivants, pour l'accaparement des ressources limitées d'un milieu donné, et qui entraîne, le plus souvent, la domination d'un individu ou d'un groupe d'individus.

B- Coopération

III. Les relations intraspécifiques dans la communauté (relations entre les membres de la même espèce)

C- Effet de groupe (effet Allee)

Effet positif sur la reproduction

- Les éléphants doivent être au moins (25) pour se reproduire et survivre.
- Les oiseaux de mer ont besoin d'une stimulation sociale pour se reproduire.
- La survie d'un troupeau de rennes ayant moins de 350 individus est sérieusement compromise.



D- Syndrome intrinsèque de stress (effet de masse)

Effet négatif sur la reproduction

«Il peut se traduire par une diminution de la fécondité, des troubles physiologiques, des comportements aberrants comme le cannibalisme à l'égard des oeufs ou des jeunes. Les causes sont le plus souvent la limitation de la quantité de nourriture disponible ou le manque d'espace.»



Dans les colonies de goélands argentés à forte densité, il se produit des phénomènes de cannibalisme à l'égard des nichées.

IV. Les relations interspécifiques dans la communauté (relations entre les membres d'espèces différentes)

A- Prédation (versus herbivorisme) +/-

Recherche active d'une proie animale ou végétale pour se nourrir.



B- Défenses des végétaux contre les prédateurs herbivores

Moyens mécaniques

Épines (épines des rosiers)

Crochets (crochets des graines de chardon)

Piquants (piquants de l'aubépine)



Fleur de chardon

Moyens chimiques

Morphine (pavot)

Nicotine (tabac)

Mescaline (cactus)

Lophophora williamsii



IV. Les relations interspécifiques dans la communauté (relations entre les membres d'espèces différentes)

C- Défenses passives des animaux contre les prédateurs



Homochromie
Camouflage sur un arrière-plan



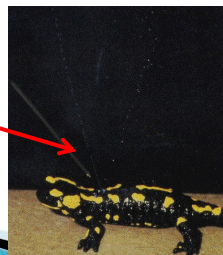
Défense mécanique
Une structure dissuasive ...

Défense chimique — des neurotoxines

Le coléoptère asperge ses prédateurs.



La salamandre éjecte une neurotoxine.



Défense chimique acquise de façon passive — manger des produits toxiques pour les autres

Le papillon Monarque devient toxique (et impropre à manger) en mangeant de l'asclépias (une plante) qui produit une toxine.



Coloration d'avertissement — aposématique

Annoncer qu'on est toxique par sa couleur.



D- Défense active des animaux contre les prédateurs

Fuir ou lutter



E- La compétition interspécifique

Recherche par les membres de plusieurs espèces pour les mêmes ressources. La compétition pour une ressource résulte en une réduction de la densité d'une espèce ou des deux espèces.



Dans les forêts nordiques de l'Alaska et du Canada, les Lynx et les Renards convoitent tous deux, le lièvre d'Amérique.

Quand le troupeau d'éléphants arrive au point d'eau, les zèbres laissent la place.



Dans les Prairies canadiennes, les Sauterelles et les Bisons convoitent tous deux, l'herbe.



F- Les interactions symbiotiques (parasitisme, mutualisme, commensalisme)

Parasitisme (+ / -)

Le parasite se nourrit aux dépens de son hôte (vivant) et lui porte préjudice mais ne le fait pas mourir (à priori).



Taenia saginata (un ver plat) est un **endoparasite** de l'intestin de l'homme après que celui-ci ait mangé du bœuf parasité et mal cuit.

Le moustique est un **ectoparasite** au même titre que les puces, pous, tiques et morpions.



Les agents pathogènes qui causent des maladies sont comparables aux parasites sauf qu'ils sont microscopiques et causent souvent la mort de l'hôte.

Commensalisme (+ / o)

Avantageuse pour l'un et sans effet pour l'autre.

Certaines personnes considèrent comme commensales, les espèces qui se fixent sur d'autres comme les algues qui croissent sur les carapaces et les balanes qui se fixent aux baleines.

Les hérons garde-boeufs se nourrissent des insectes que les grands animaux font sortir de la végétation et ceux-ci n'en souffrent pas.



Bubulcus ibis

Les oiseaux mangent également les ectoparasites qui vivent sur eux. Cette association relève donc plutôt du mutualisme, à mon avis !

Mutualisme (+ / +)

Avantageuse pour les deux.

Association fourmis / acacia

Les fourmis protègent l'arbre (coupure des lianes, enlèvement des spores de champignons, élimination des insectes ...) L'acacia fournit des protéines aux fourmis (structures oranges sur l'image) .



Association algue / cnidaire (coraux)

L'algue fournit des sucres par photosynthèse. Le cnidaire (animal) fournit des sous-produits organiques du métabolisme aux algues.



Corail rose avec ses polypes

Association algue / champignon (lichen)

L'algue (A) fournit des sucres par photosynthèse. Le champignon (C) fournit de l'humidité et des éléments minéraux aux algues.



V. Niche écologique

Place occupée par une espèce dans sa communauté.
Correspond à l'utilisation globale des ressources biotiques et abiotiques du milieu par une espèce, afin de survivre.



- Chaque espèce vivante, menant une vie normale, s'efforce d'exploiter au mieux son milieu, en intervenant en un lieu et à un moment déterminés, là où ses instincts et ses besoins l'ont placée ; elle occupe son habitat.
- L'habitat ne suffit pas à déterminer la niche écologique d'une espèce. Il faut savoir également sa place dans le réseau des chaînes alimentaires, les maladies qu'elle supporte, les parasites qui l'envahissent

V. Niche écologique

La niche écologique correspond à l'adresse et à la profession d'une espèce.

**Son adresse
(Son habitat)**



Lieux où elle vit, à quelle profondeur dans l'eau, à quelle hauteur dans les arbres, dans quels arbres, à quel moment de la journée, à quel moment de l'année ...

**Sa profession
(Ce qu'elle fait)**



Que mange-t-elle, par qui est-elle mangée, quelles sont les conditions nécessaires à sa reproduction, avec qui entre-t-elle en compétition, avec quels partenaires fonde-t-elle des associations, quels parasites doit-elle supporter ...

V. Niche écologique



Niches écologiques de 3 espèces de fauvettes vivant dans les épinettes de la forêt boréale

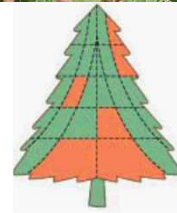
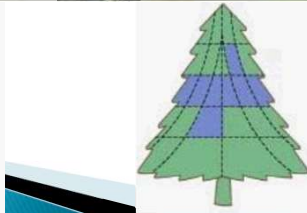
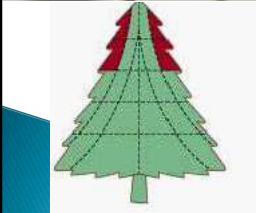
Fauvette tigrée
(Cape may warbler)



Fauvette à poitrine baie
(Bay-breasted warbler)



Fauvette à croupion jaune
(Mistle warbler)



V. Niche écologique

Niche fondamentale

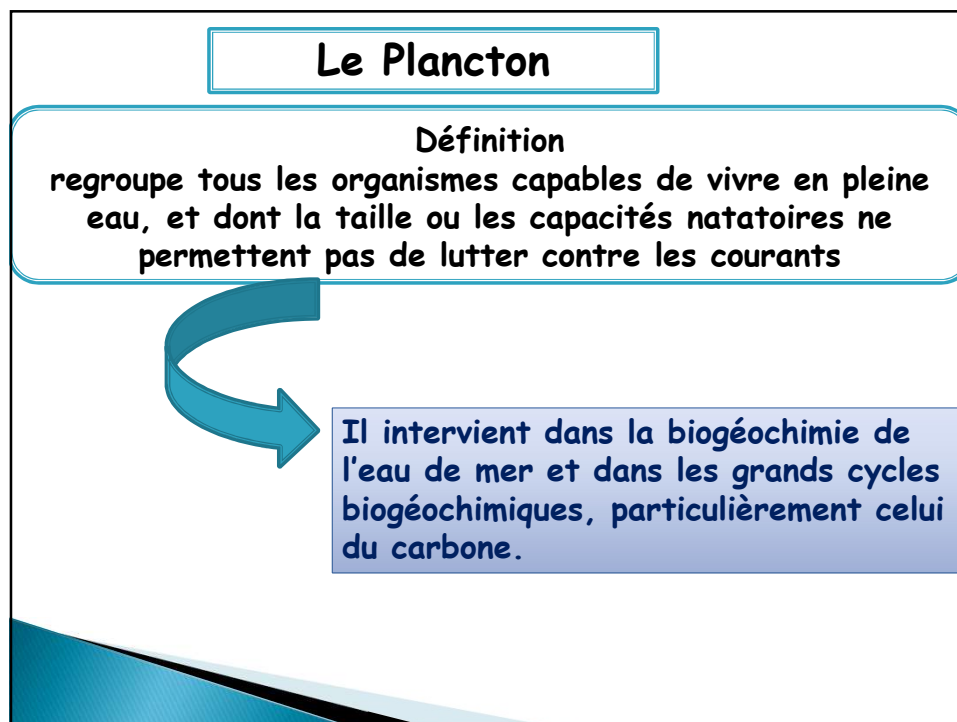
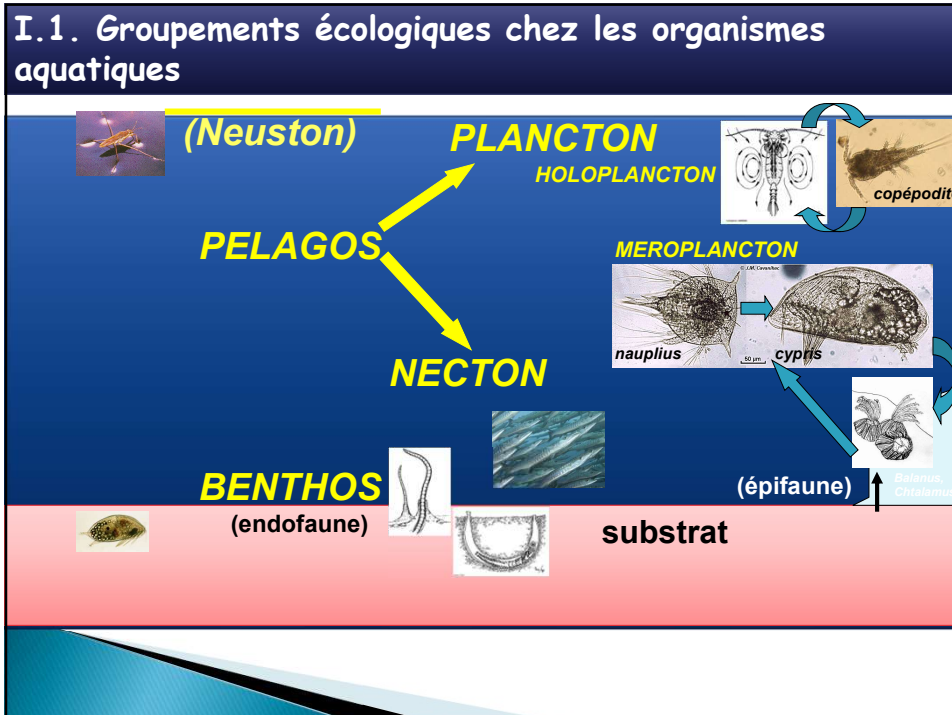
Ensemble des ressources potentielles qu'une espèce peut utiliser dans son milieu lorsque les conditions sont idéales.

Niche réelle

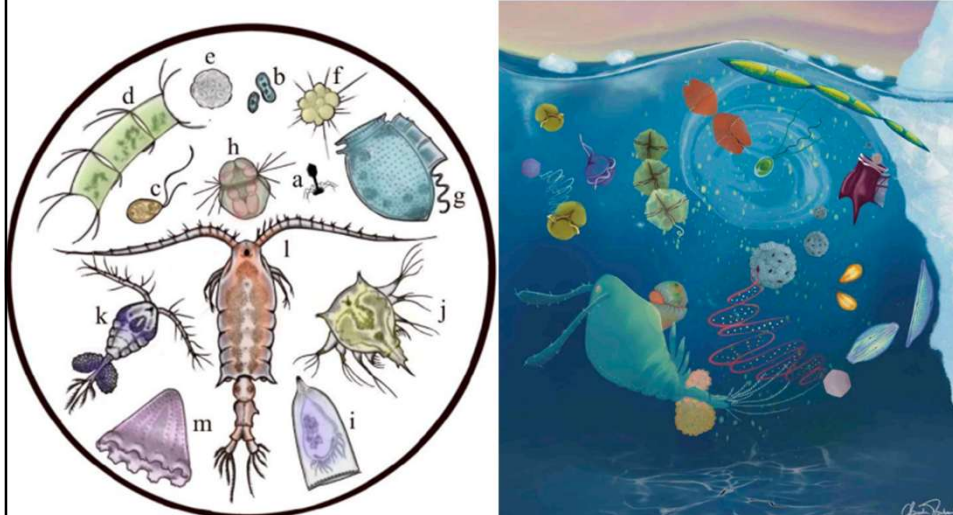
Ensemble des ressources réellement utilisées par une espèce. La niche réelle est plus petite que la niche fondamentale.

Structure, dynamique et fonctionnement des biocénoses aquatiques

I. Modes de vie en milieu aquatique



- ❑ La biodiversité du plancton est immense avec une très grande variété d'organismes appartenant à de nombreuses branches de l'histoire évolutive. Environ 150 000 unités taxinomiques d'eucaryotes ont été recensées dans la zone euphotique.

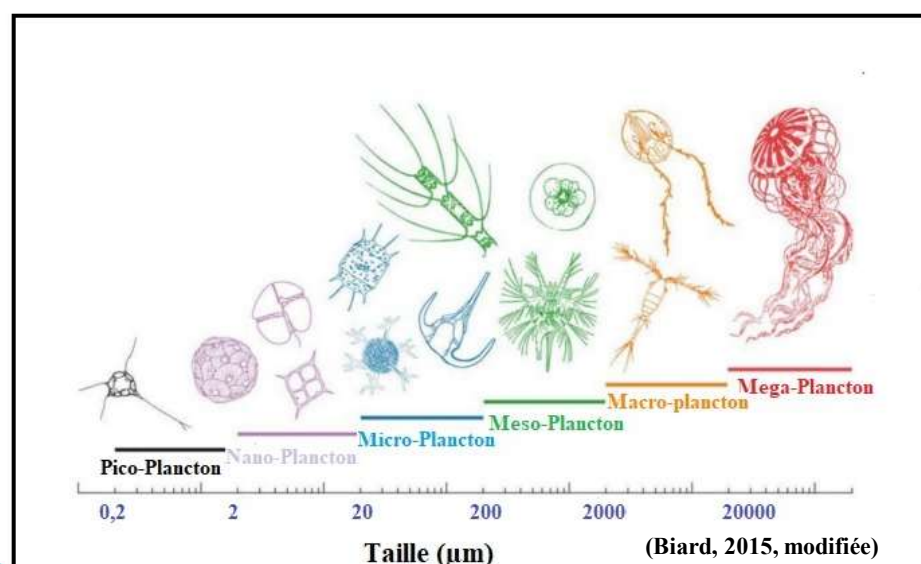


I.2. Catégorisation du plancton

- ❑ Les organismes planctoniques peuvent être regroupés selon
- leur taille,
 - leur mode de vie,
 - les caractéristiques biologiques de leur cycle de développement,
 - leur répartition dans la colonne d'eau

a. Catégorisation des organismes planctoniques selon leur taille

Dénomination	Taille	Exemples
Femtoplankton	$< 0,2 \mu\text{m}$	Virus
Picoplancton	$0,2 < T < 5 \mu\text{m}$	Bactéries, Phytoplankton
Nanoplancton	$5 < T < 50 \mu\text{m}$	Dinoflagellés, Chlorophycées
Microplancton	$50 \mu\text{m} < T < 1 \text{ mm}$	Diatomées, Copépodes
Mésoplancton	$1 < T < 5 \text{ mm}$	Larves de crustacés
Macroplancton	$5 \text{ mm} < T < 5 \text{ cm}$	Alevins
Mégaplancton	$T > 5 \text{ cm}$	Méduses



b. Catégorisation des organismes planctoniques selon leur mode vie

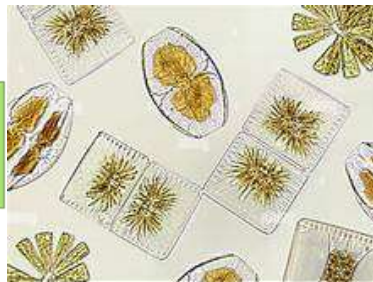
Ce critère de distinction a permis historiquement de distinguer :

- le plancton « végétal » (phytoplancton, du grec φυτόν, plante)
- le plancton animal (zooplancton, du grec ζῷον, animal),

Auxquels s'ajoutent à présent

- le bactérioplancton qui regroupe les bactéries
- le virioplancton qui désigne les virus planctoniques

Phytoplancton: plancton végétal autotrophe, capable de synthétiser la matière organique



Phytoplancton

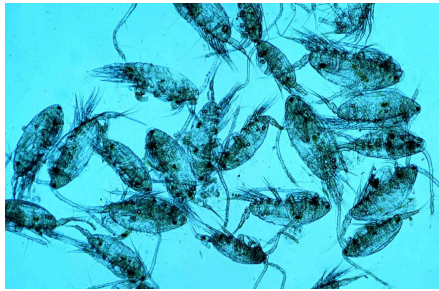
Zooplancton: plancton animal hétérotrophe, se nourrissant le plus souvent de phytoplancton



Zooplancton

c. Catégorisation des organismes planctoniques selon leur cycle biologique

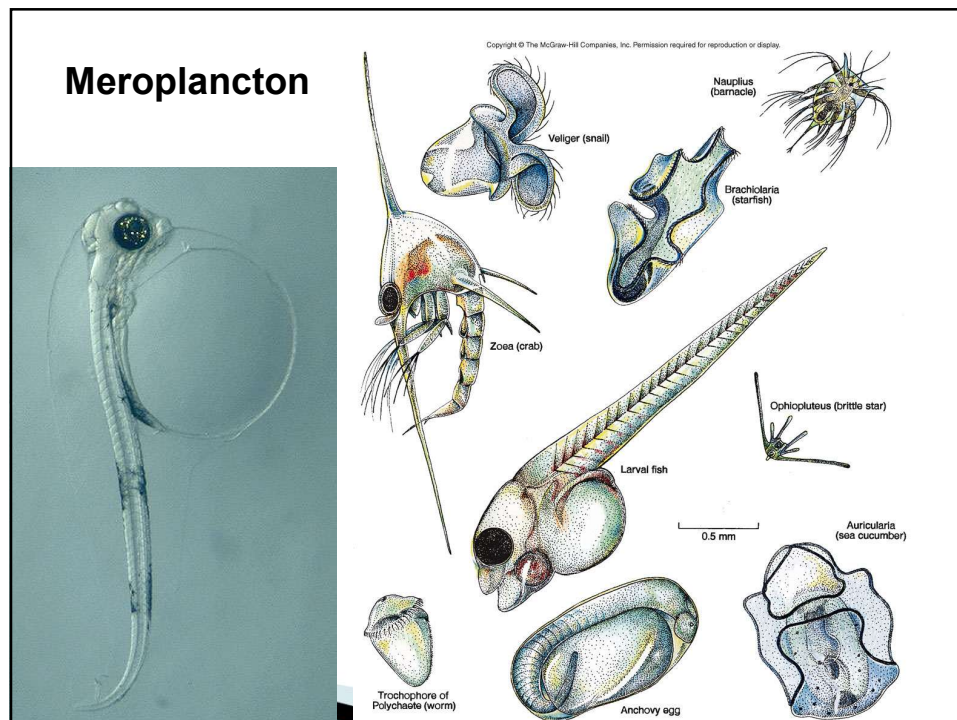
- **Holoplancton**: organismes planctoniques durant toute leur vie
- **Méroplancton**: organismes qui passent une partie de leur vie parmi le plancton, puis basculent sur une phase benthique ou nectonique. C'est généralement le cas des larves.



Holoplancton



Méroplancton



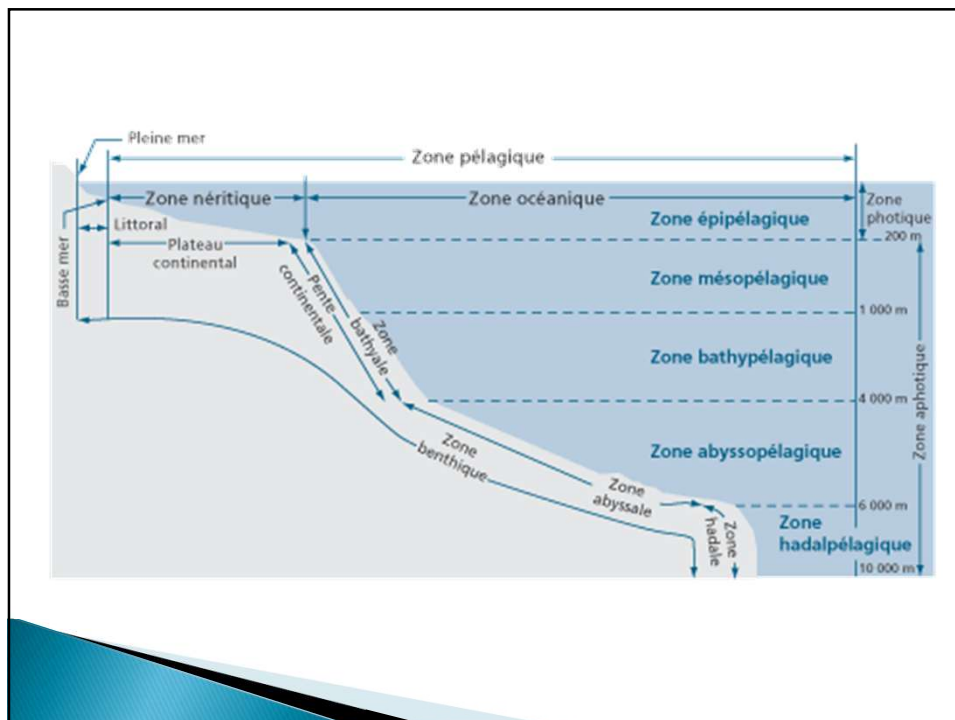
d. Catégorisation des organismes planctoniques selon leur répartition dans la colonne d'eau

❖ Répartition dans la colonne d'eau

Euplancton: couches superficielles
Mésoplancton: couches intermédiaires
Bathyplancton: couches profondes

❖ Répartition par rapport à la côte

- Plancton néritique: près des côtes ou au dessus du plateau continental,
- Plancton océanique: au large, au delà du plateau continental.



1.3. Flottabilité

Pour assurer la flottabilité, il existe différentes stratégies:

- Par réduction de taille : d'où accroissement du rapport surface volume : le poids de l'organe se trouve ainsi réparti sur une surface plus grande et les forces de frottement étant proportionnelles à la surface, plus l'organisme est petit, plus il descendra lentement (loi de Stokes),
- Par augmentation de la surface portante :
 - ✓ Forme ombrelle des méduses
 - ✓ Association en colonies de diatomées, des Siphonophores
 - ✓ Présence de nombreux appendices épineux ou filamenteux ou plumeux (copépodes), ou en baguettes (pluteus d'oursin)

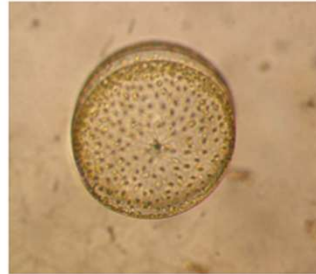
Par diminution de la densité du corps :

- ✓ Par teneur élevée en eau, se traduisant par la transparence des tissus (jusqu'à 99% d'eau chez les méduses)
- ✓ par disparition ou réduction de la coquille chez certains gastéropodes
- ✓ par réduction des formations squelettiques
- ✓ par faible calcification du squelette
- ✓ par développement de flotteurs
- ✓ inclusions lipidiques cytoplasmiques de nombreuses diatomées
- ✓ Gouttelettes d'huile des jeunes Siphonophores
- ✓ Flotteurs à gaz de nombreux Siphonophores adultes....

Il existe des mécanismes passif ou actifs qui permettent de freiner la descente : quand les copépodes cessent de nager, disposent leurs antennes en croix pour ne pas d'enfoncer.



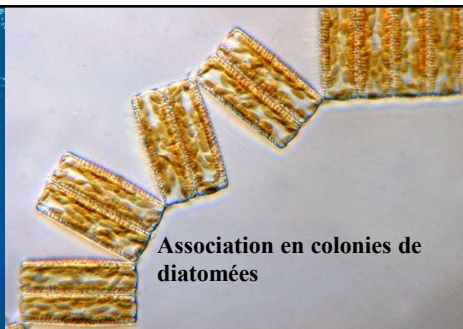
Présence de prolongements
cytoplasmiques et association
en chaîne chez les microalgues



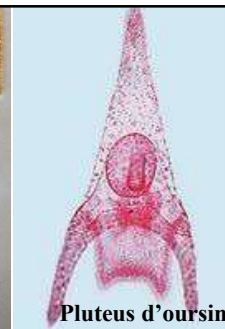
Grande surface portante chez
cette microalgue



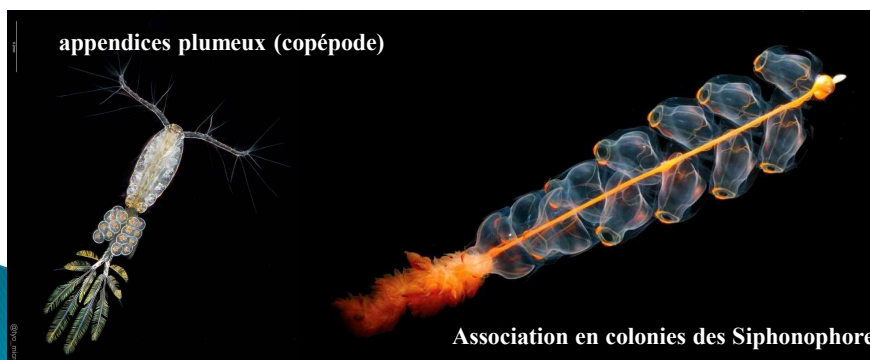
méduse



Association en colonies de
diatomées



Pluteus d'oursin

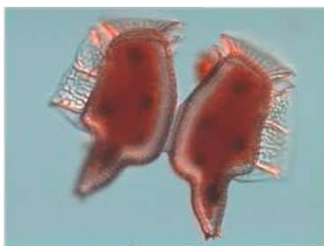


appendices plumeux (copépode)

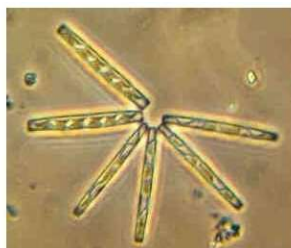
Association en colonies des Siphonophores

A. Le phytoplancton

- C'est le premier maillon de la chaîne alimentaire dans l'écosystème marin.
- Ce sont des microalgues planctoniques unicellulaires, vivant seules ou associées, Elles se multiplient par mitoses et/ou parfois par reproduction sexuée.
- Il existe environ 4000 espèces phytoplanctoniques au niveau mondial.



Division de Dinophysis



Thalassionema sp.



Preurosigma sp.

Classification simplifiée des organismes phytoplanctoniques (d'après Margulis & Schwartz, 1998 et Van den Hoek et al., 1995).

Super-règne	Règne (Sous-règne)	Division	Classe (nom usuel)
PROKARYA (procaryotes)	Bactéries (Eubactéries)	Cyanobactéries	cyanobactéries (ou cyanophycées)
		Dinophyta	<i>Dinophyceae</i> (dinoflagellés)
EUKARYA (eucaryotes)	Protoctistes (Protistes)	Heterokontophyta	<i>Chrysophyceae</i> (chrysophycées)
			<i>Bacillariophyceae</i> = <i>Diatomophyceae</i> (diatomées)
			<i>Dictyochophyceae</i> (silicoflagellés)
			<i>Raphidophyceae</i> (chloromonadines)
		Prymnesiophyta = Haptophyta	<i>Prymnesiophyceae</i> = <i>Haptophyceae</i> (prymnésiofycées ou haptophycées)
		Cryptophyta	<i>Cryptophyceae</i> (cryptophycées)
		Chlorophyta	<i>Chlorophyceae</i> (chlorophycées)
			<i>Prasinophyceae</i> (prasinophycées)

Prélèvement



Bouteille fermante



Filet



Matériel d'échantillonnage CTD

Fixation: Lugol et formol 3 ‰

Identification : réalisée au moyen des ouvrages taxonomiques

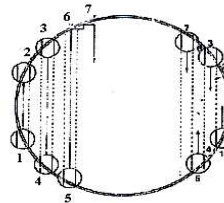
Comptage : (Méthode d'UTHERMÖHL, 1958)



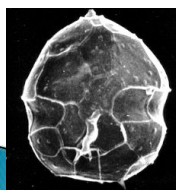
Chambre de sédimentation



Microscope inversé



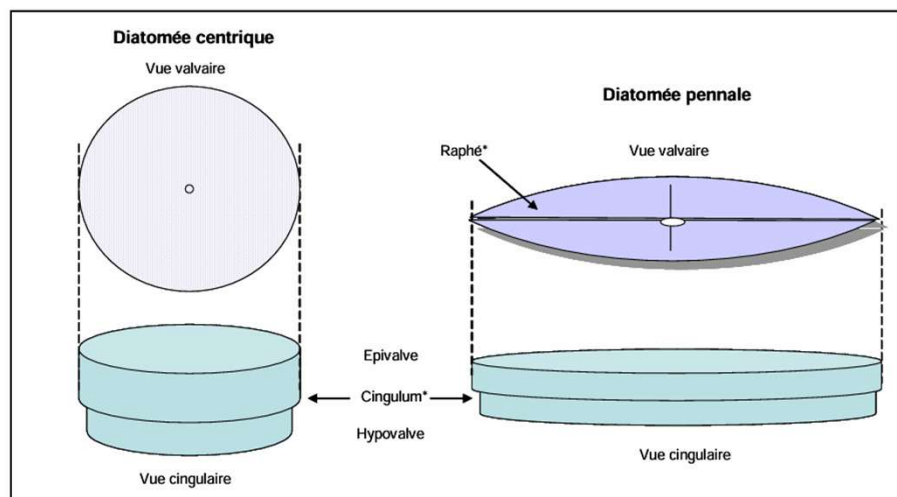
Biomasse: Méthode des biovolumes



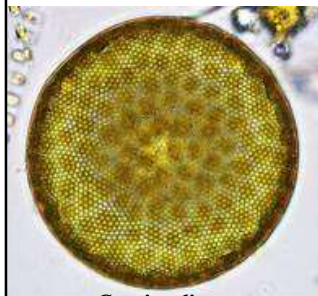
$$V = \frac{2}{3} \pi r^3 \cdot 10^6 \mu\text{m}^3$$

A1. Les diatomées

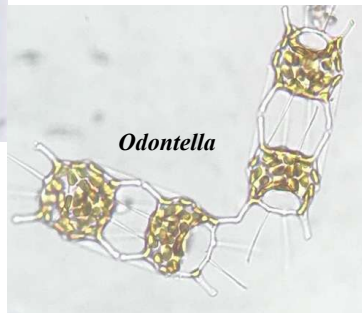
- Les diatomées sont la classe phytoplanctonique la plus représentée en termes de biomasse et diversité, dans les zones tempérées.
- Elles sont cosmopolites, on les retrouve dans tous les océans et rivières.
- Elles possèdent une caractéristique : la présence d'une enveloppe externe en silice, le frustule*, composé de 2 valves.
- On distingue 2 ordres, identifiables en fonction de la symétrie de la cellule :
 - ✓ les diatomées centriques
 - ✓ les diatomées pennales
- Elles présentent une grande diversité de formes géométriques : ovale, ronde, carrée, cylindrique, etc.
- Certaines espèces sont solitaires, d'autres vivent associées en chaînes.



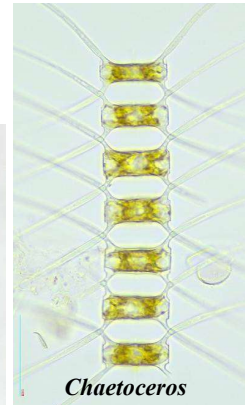
Diatomées centriques



Coscinodiscus



Odontella



Chaetoceros

Diatomées pennales



Gyrodinium



Pseudo-nitzschia



Navicula



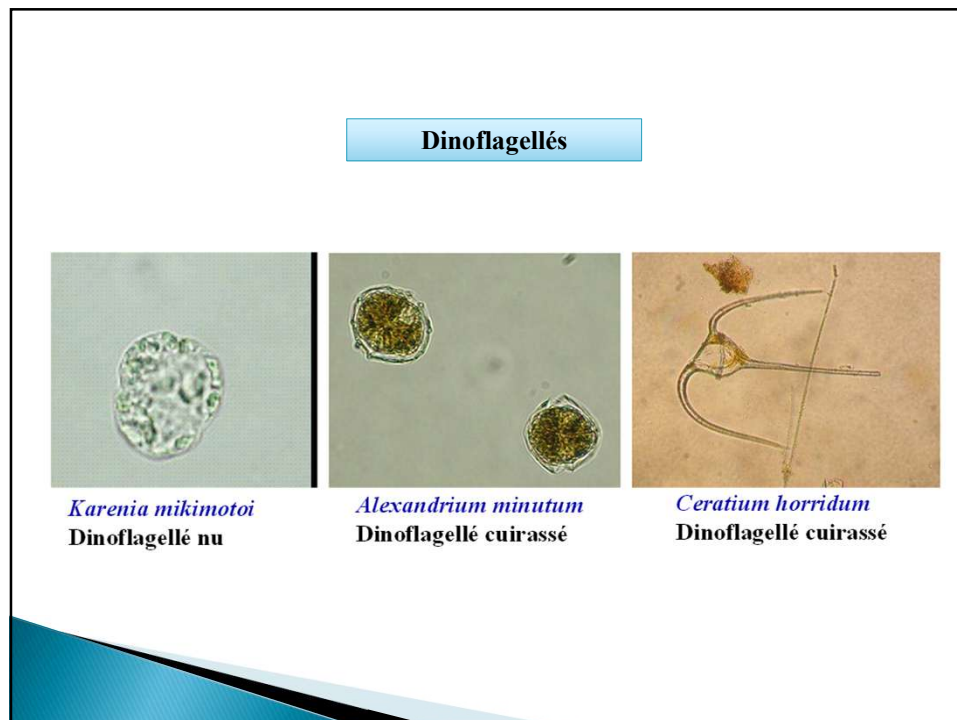
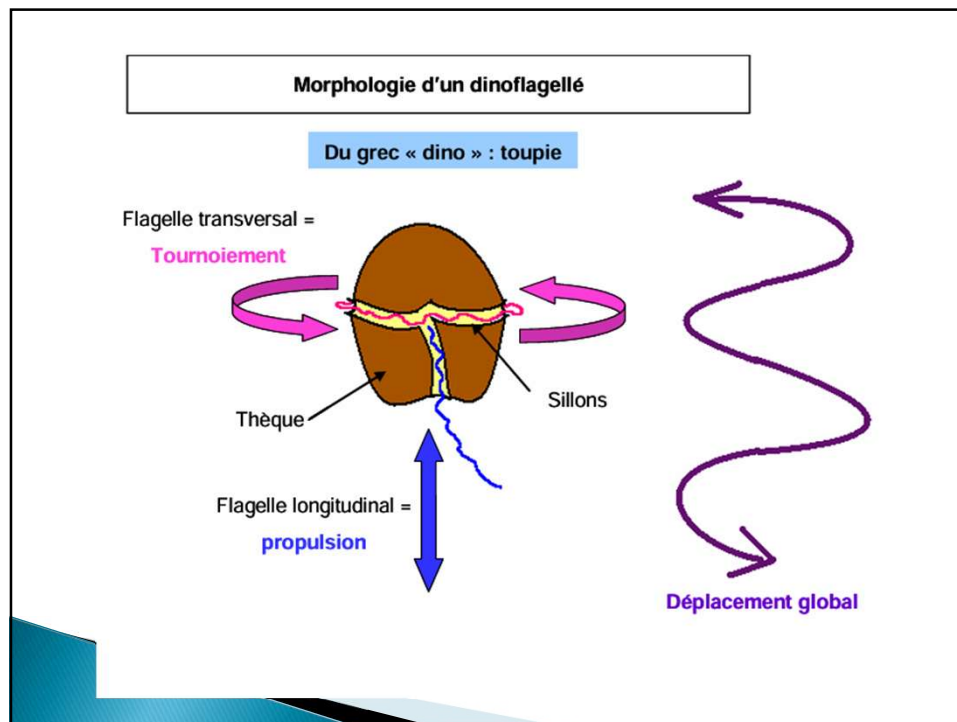
Licmophora

La détermination au niveau spécifique est souvent difficile et nécessite parfois une approche moléculaire.

C'est notamment le cas chez le genre *Pseudonitzschia*, qui comporte des espèces toxiques pour l'homme, et qui ne présentent pas de différences morphologiques observables, même en microscopie électronique.

A2. Les dinoflagellés

- Les dinoflagellés sont un groupe très hétérogène : certains sont autotrophes*, d'autres hétérotrophes*.
- Ils possèdent deux flagelles, provoquant des déplacements tournoyants (« dino » = toupie).
- On les retrouve dans tous les milieux, et dans toutes les régions du monde.
- On distingue les dinoflagellés « nus » et les dinoflagellés cuirassés possédant une thèque* cellulosique.



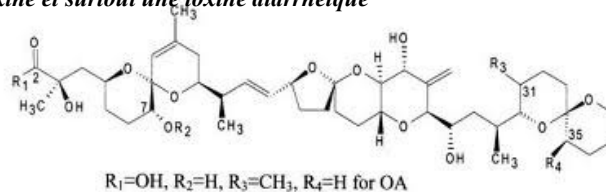
- Certaines espèces de Dinoflagellés peuvent sécréter des phytotoxines dans certaines circonstances mal connues (d'efflorescences localisées = *bloom*).
- Ces toxines seraient un moyen de protection et de limitation de la prédation par les phytophages.

Dommmages à la santé publique

- À travers la chaîne trophique
 - Par le biais de mollusques filtrants
 - Par le biais de poissons
- Dommages directs
 - Irritations respiratoires*

DSP: Diarrheic Shellfish Poison

Acide okadaïque : une neurotoxine et surtout une toxine diarrhéique



Dinophysis

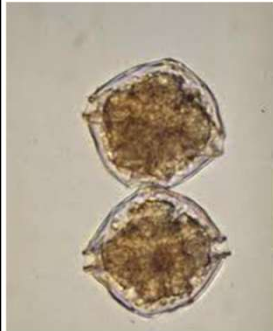
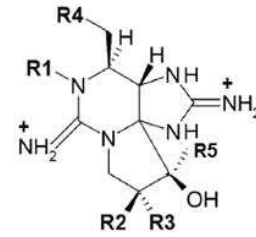


Prorocentrum

Bouleversements digestifs:
Diarrhée et vomissement
Doleurs abdominales

PSP, Paralytic Shellfish Poison

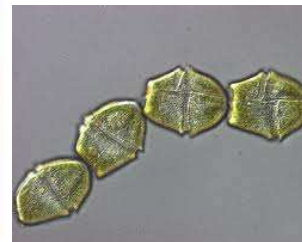
Les saxitoxines (STX) sont des cyanotoxines de types alcaloïdes et démontrent des effets neurotoxiques



Alexandrium spp



Pyrodinium behanense

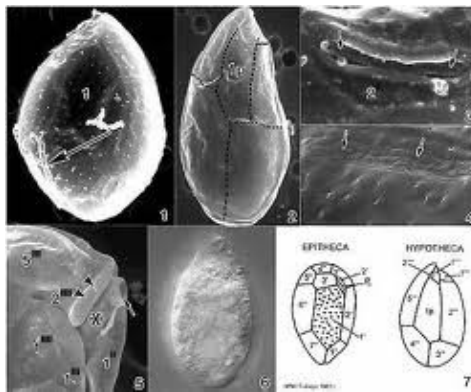


Gymnodinium catenatum

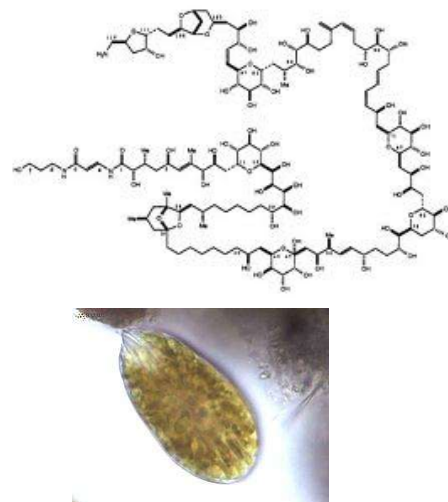
Bouversements nerveux :

Sensation de picotement dans des lèvres et des doigts
Sensation de flotter
Paralysie respiratoria

Palytoxine: toxine cutanée



Ostreopsis ovata



une neurotoxine susceptible de provoquer :

- des irritations cutanées
- de la fièvre
- une gêne respiratoire

A3. Les chlorophycées

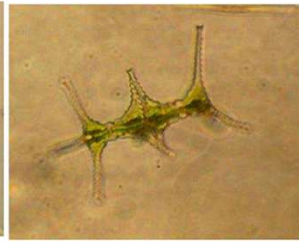
- Les chlorophycées sont un groupe important, principalement en eau douce.
- Les formes sont très variables, les cellules peuvent être isolées ou associées.
- Elles forment ponctuellement des blooms*, colorant l'eau en vert.



Closterium sp.



Closterium sp.



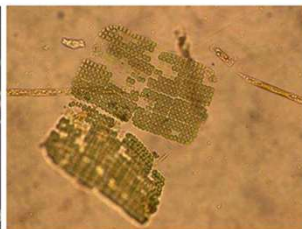
Staurastrum sp.

A4. Les cyanobactéries

- Les cyanobactéries sont des bactéries photosynthétiques ;
- On les retrouve majoritairement en milieu dulcicole stagnant,
- Certaines sont toxiques. Elles sont présentes la plupart du temps sous forme de colonies.



Spiruline



Merismopedia elegans



Microcystis

Cyanobactéries

Premiers fossiles de cyanobactéries



93

Cyanobactéries

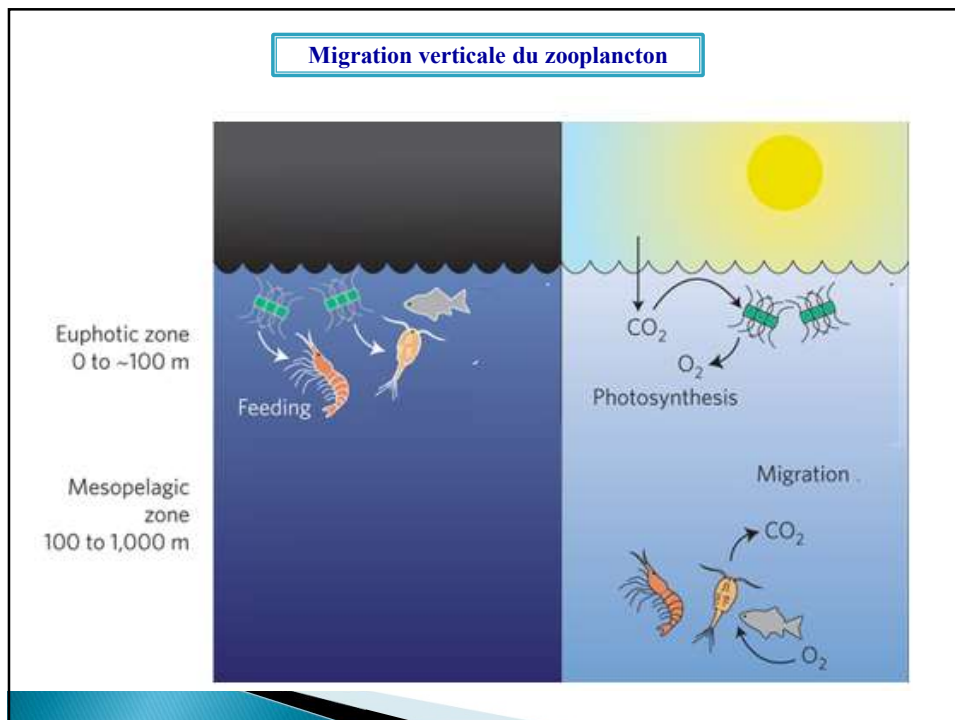
Intérêts pratiques: Spiruline avec un taux en protéine de plus de 50%

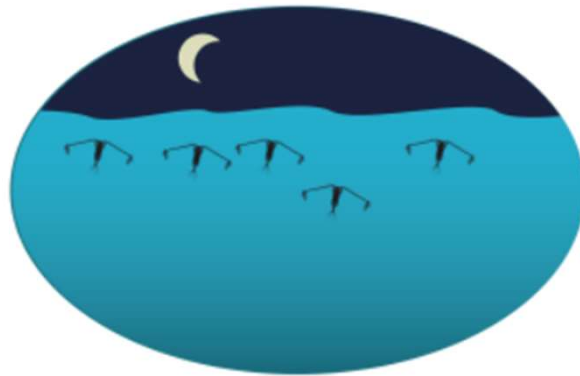


Culture de spiruline en Inde pour lutter contre la malnutrition

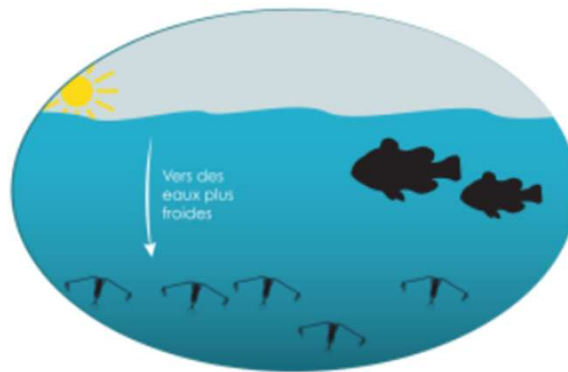
B. Le zooplancton

- Le zooplancton désigne l'ensemble des animaux, hétérotrophes, unicellulaires et pluricellulaires, dérivant au gré des courants.
- En milieu marin, la plupart des animaux ont leurs premiers stades de vie planctoniques.
- Tous les groupes animaux sont représentés.

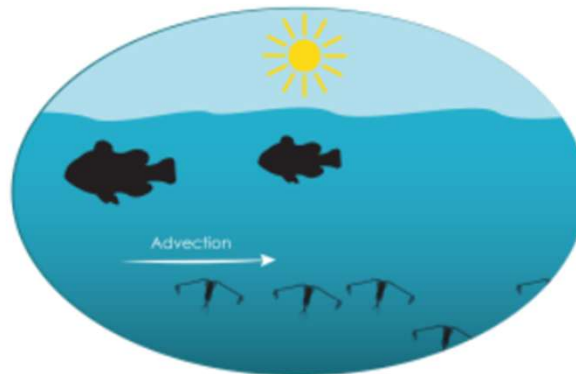




•Pendant la nuit le zooplancton broute le phytoplancton qui a poussé pendant la journée précédente. Le phytoplancton devient moins abondant et donc plus difficile à capturer là où il y a plus de zooplancton.



•A l'aube le zooplancton redescend en profondeur. Ceci lui permet de ne pas s'exposer aux les prédateurs visuels de jour, de ne pas s'épuiser à chercher une nourriture qui s'est raréfiée et de trouver des eaux plus froides qui ralentissent son métabolisme en attendant que le stock de nourriture se reconstitue.



•Pendant la journée, le zooplancton profite également des courants en profondeur (différents de ceux en surface) pour se déplacer. Au crépuscule suivant, lorsque le zooplancton remonte brouter, il se trouve dans une nouvelle zone potentiellement plus riche en phytoplancton.

Prélèvement: Filtration

Fixation: Formol (CC°finale 5-10 %)

Coloration : Rose Bengale



Identification : réalisée au moyen des ouvrage taxonomiques + dissection des appendices

Comptage: loupe binoculaire cuve de DOLLFUS



Biomasse

Estimation directe: Poids sec

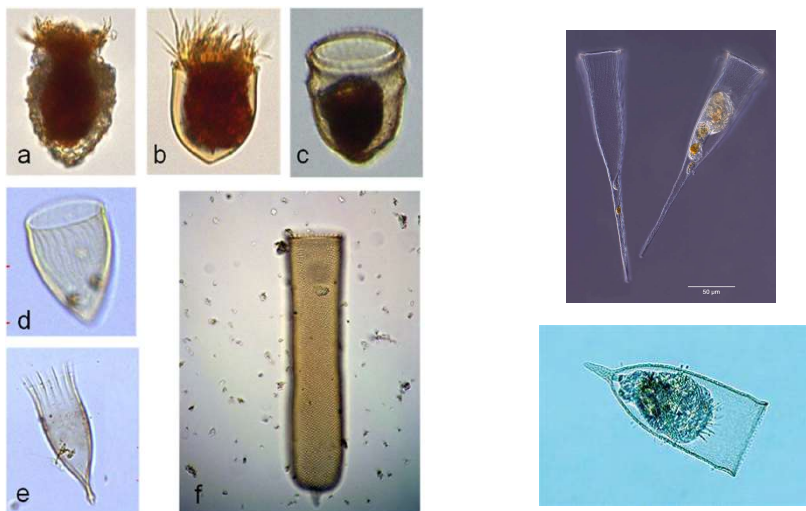
Estimation indirecte: $DW = 1.389 \times 10^{-8} L^{2.857}$

($r = 0.928$, $p < 0.0001$)

B1. Protozoaires

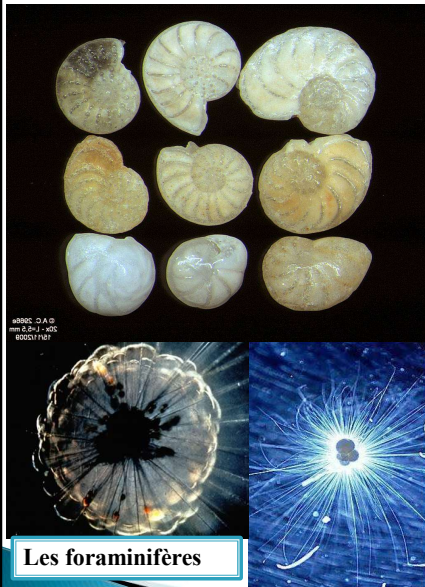
Ce sont des organismes holoplanctoniques unicellulaires (protozoaires). On peut trouver :

- Les Tintinnides
- Les Foraminifères
- Les Radiolaires
- Les Acanthaires



Les tintinnides

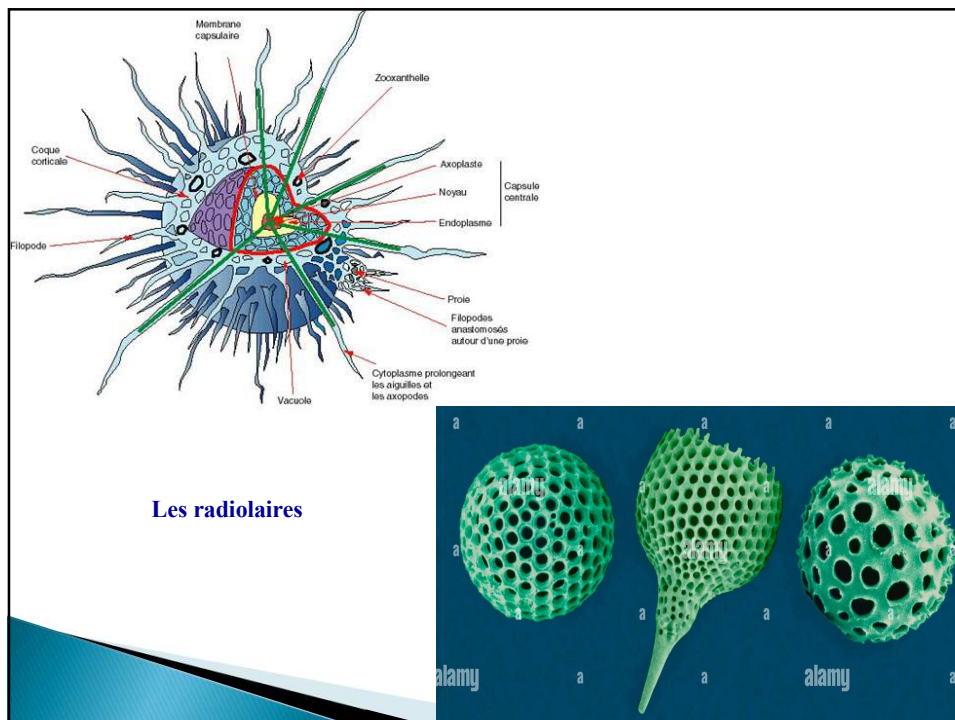
Les foraminifères : marqueurs du climat



Les foraminifères

Les foraminifères sont des organismes unicellulaires exclusivement marins.

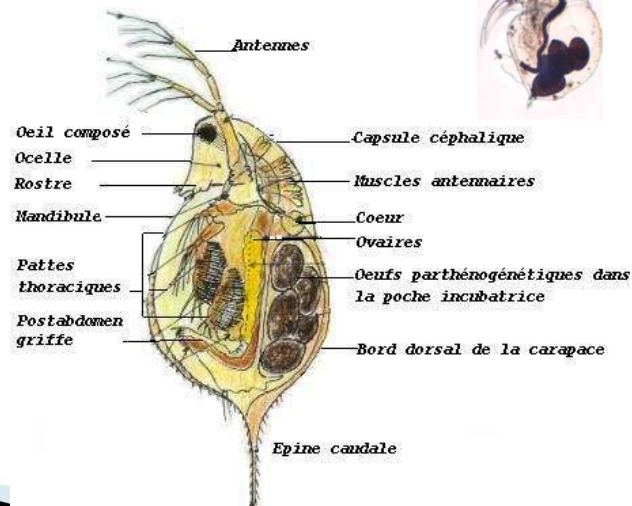
- Les individus planctoniques occupent de façon très importante les deux cents premiers mètres de tous les océans (environ 10 % du zooplancton).
- D'autres, benthiques, vivent au fond, à l'interface eau - sédiment.



Les radiolaires

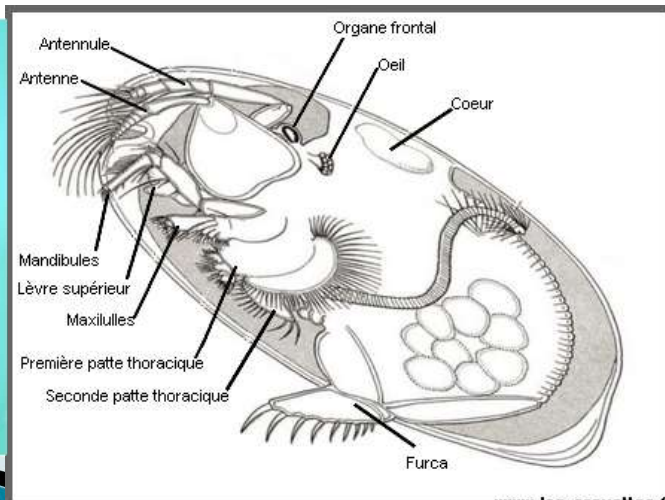
B2. Les cladocères ou puces d'eau

Ils se nourrissent de microalgues, de bactéries ou d'autres organismes zooplanctoniques. A leur tour, ils constituent une source de nourriture pour les poissons, les insectes aquatiques et les amphibiens

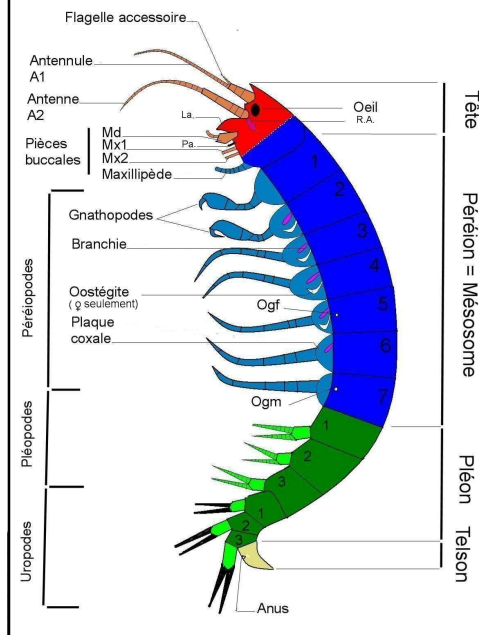


B3. Les ostracodes

Les ostracodes sont des arthropodes, crustacés dont le corps est complètement enfermé dans une carapace bivalve (comme une moule). Le plus souvent calcaires et articulée dorsalement.



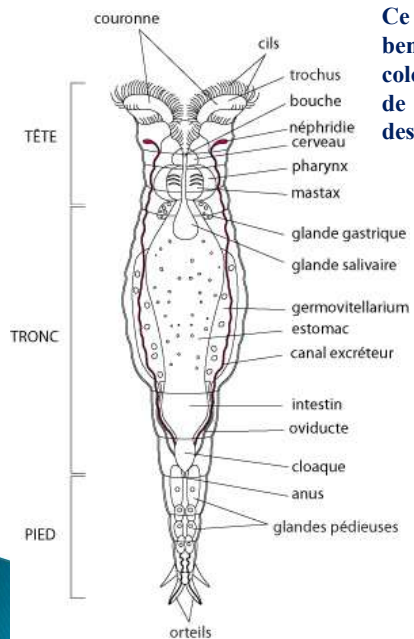
B4. Les Amphipodes



Très abondants dans le milieu marin notamment dans la zone de balancement des marées, ils colonisent également les eaux saumâtres, les eaux douces et même le milieu terrestre.

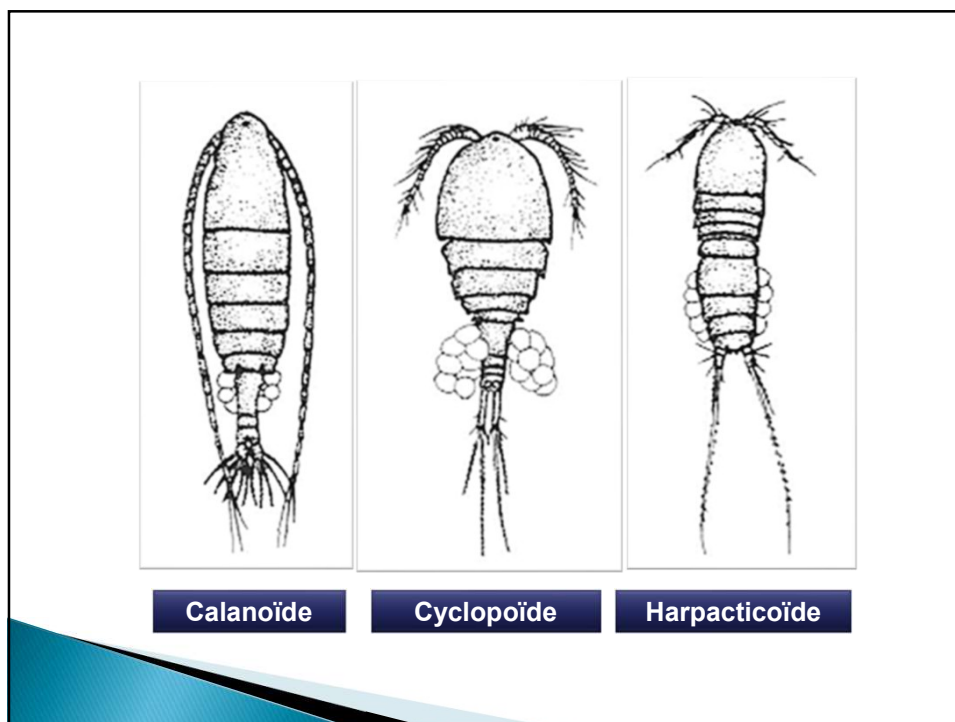
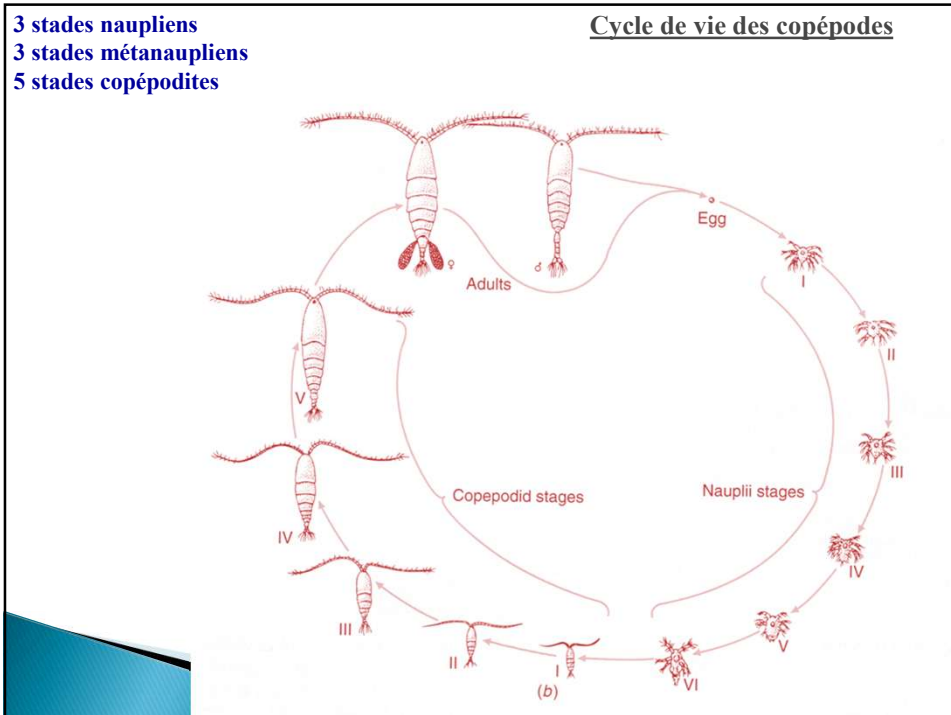


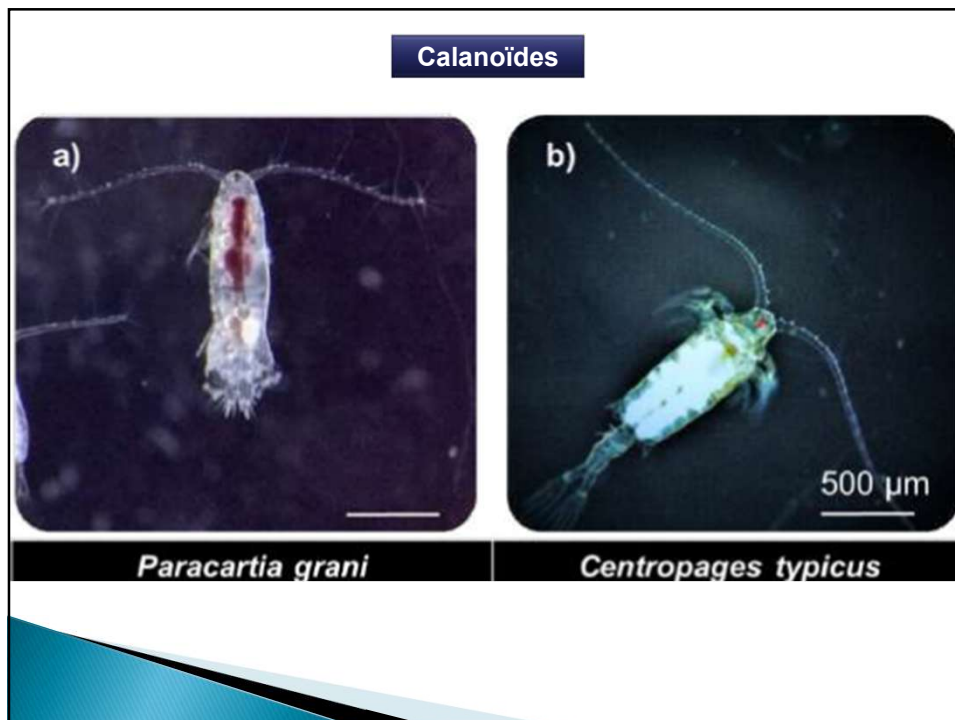
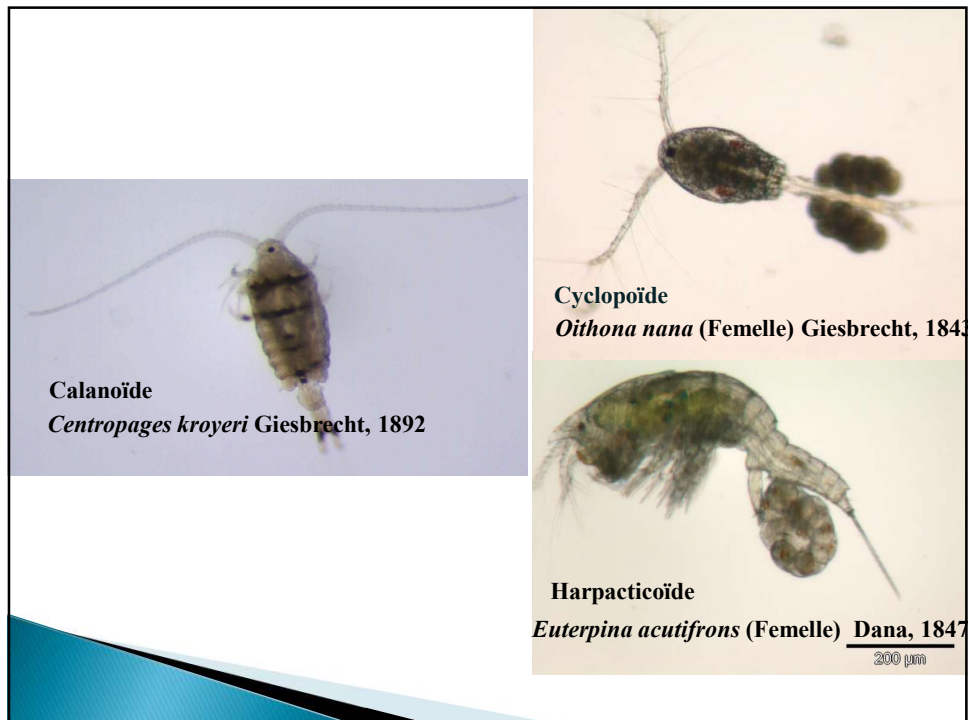
B5. Les rotifères

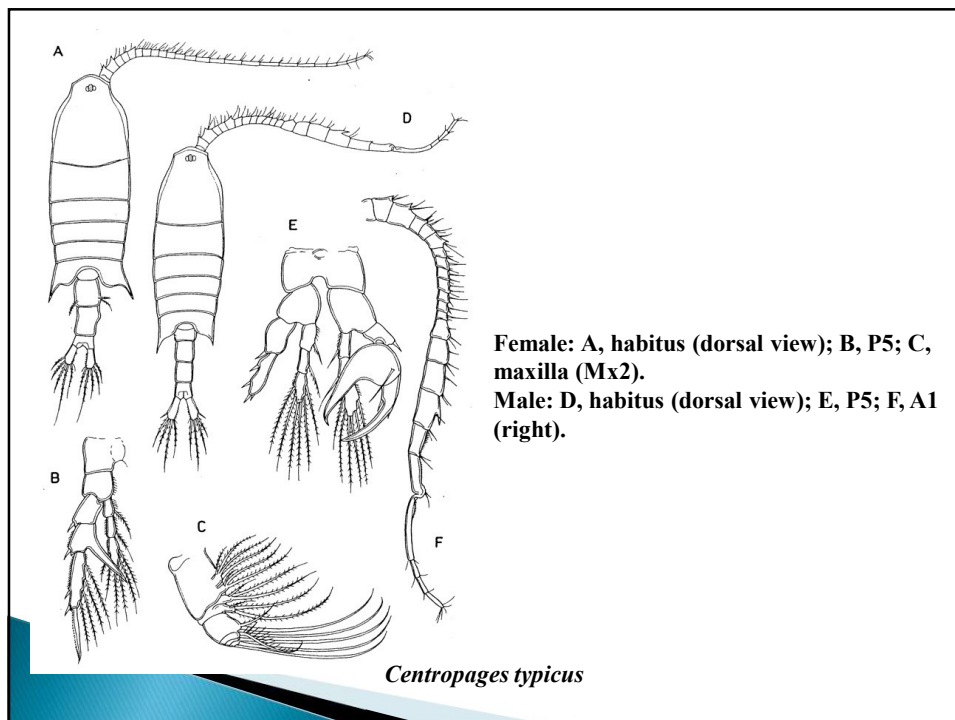
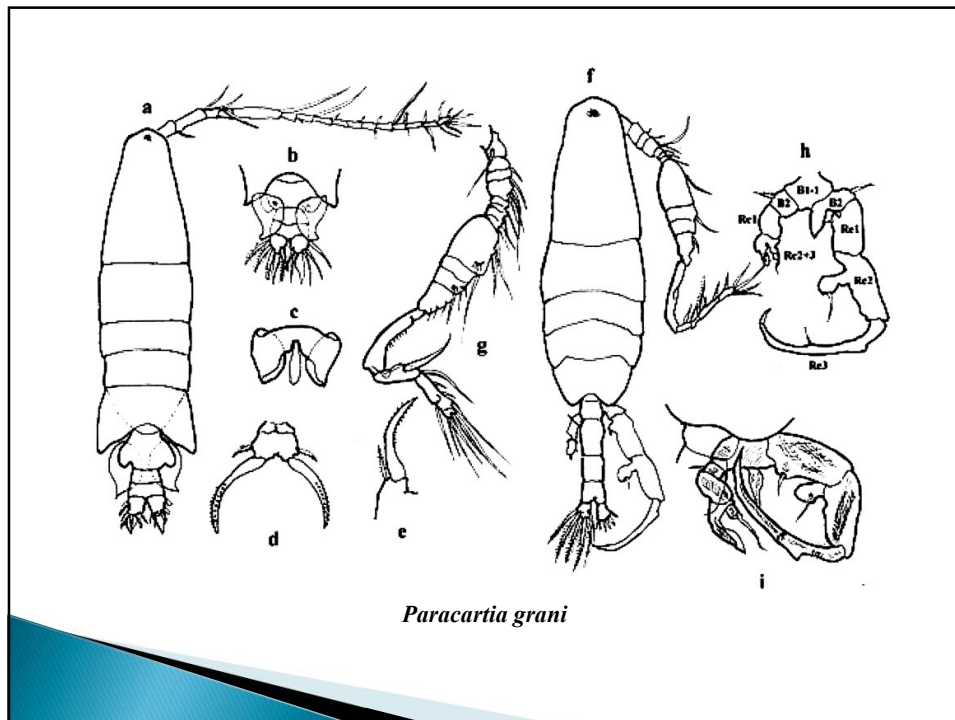


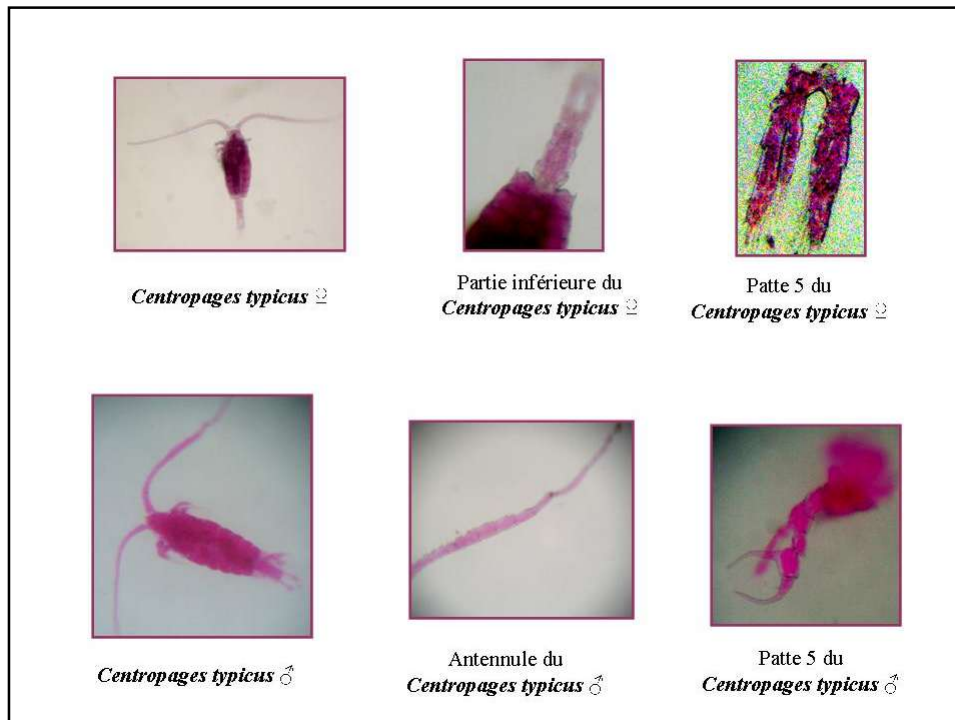
Ce type d'animal peut être planctonique ou benthique et, parfois, ils peuvent établir des colonies parmi eux. Ils peuvent former des kystes de résistance, qui peuvent durer longtemps dans des conditions hostiles.











Cyclopoïdes

Le cyclopoïde: *Cyclops bicuspidatus* est un copépode d'eau douce.



Harpacticoïdes



Bryocamptus sp



C. perplexa

Deux harpacticoïdes de la saline de Sfax: *Canuella perplexa* et *Bryocamptus* sp.

Le plancton en tant que bioindicateur

Définition d'un bioindicateur

Un bioindicateur peut se définir comme une espèce ou un groupe d'espèces végétales ou animales dont la présence (ou l'absence), l'abondance, la biomasse ou autres caractéristiques biologiques renseigne sur l'état écologique du milieu, ou sur l'incidence de certaines pratiques humaines (Blandin, 1986).

Les bioindicateurs sont utilisés pour :

- Identifier les changements qui surviennent dans l'environnement et détecter la présence de pollution.
- Évaluer les impacts de ces altérations sur l'écosystème.
- Surveiller les améliorations de la qualité de l'environnement suite à la prise de dispositions de restauration.

Le zooplancton en tant que bioindicateur

- ✓ Le zooplancton présente un taux de renouvellement très élevé. De ce fait, ces organismes s'adaptent très rapidement aux différents écosystèmes.
- ✓ En présence de contamination organique, certains protozoaires ciliés, rhizoflagellés et acinétiens deviennent prédominants.
- ✓ Les copépodes, les cladocères et ostracodes ne présentent généralement pas une grande tolérance à la salinisation de l'eau, donc leur abondance et leur richesse spécifique diminuent lorsque la salinité augmente.
- ✓ Les foraminifères, quant à eux, sont adaptés aux eaux saumâtres et salées, et se retrouvent essentiellement en milieu marin.
- ✓ Le zooplancton (plus particulièrement les foraminifères) est également sensible à la présence de métaux lourds. En effet, les concentrations élevées en métaux lourds engendrent des modifications au niveau de leur morphologie, de leur taille et de la composition minérale de leur coquille.

- ✓ La composition taxonomique des rotifères est révélatrice du niveau trophique des lacs. Parmi les rotifères, *Trichocerca cylindrica*, et *Polyurthra euryptera* ont été désignés comme indicateurs des milieux eutrophes, *Asplanchna herricki*, *Synchaeta grandis*, et *Ploesoma hudsoni* sont des indicateurs des milieux oligotrophes.
- ✓ Les organismes zooplanctoniques sont sensibles aux hydrocarbures.
- ✓ Les stades précoces et les adultes en période de reproduction sont sensibles à l'acidification de l'eau. La diminution du pH engendre une augmentation du taux de mortalité des juvéniles, ce qui a un impact direct sur la taille des populations

Les familles de bioindicateurs zooplanctoniques les plus fréquemment utilisées sont **les gammares** et **les daphnies**.

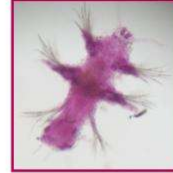
- Les gammares, aussi appelés crevettes d'eau douce, sont de petits crustacés (9 à 15 mm de long) aplatis latéralement. On les retrouve généralement dans les eaux fraîches et courantes. Ils occupent une position clé dans le réseau trophique (décomposeurs de la matière organique) et sont sensibles au niveau d'oxygénation de l'eau.



- Les daphnies, quant à elles, communément appelées puces d'eau, sont des organismes d'eau douce qui se caractérisent par leur plasticité. Contrairement aux gammares, elles survivent dans des milieux très peu oxygénés grâce à leur capacité de produire de l'hémoglobine.



Les espèces bioindicatrices de pollution

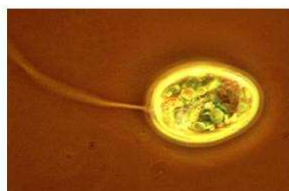


Larve d'annélide polychète



Oithona nana

Les espèces bioindicatrices de pollution



Euglène

Le necton

I. Définition

les animaux dont les capacités musculaires, donc l'aptitude à la nage, sont telles que leurs déplacements peuvent être indépendants des mouvements propres des masses d'eaux. On y range des céphalopodes, des crevettes, des poissons, les tortues de mer, les cétacés et les Siréniens.



II. Les espèces des eaux superficielles (épépélagiques et méso pélagiques):

✚ sténothermes et sténohalines: des migrations, déplacements de grande envergure orientés en fonction des saisons

✚ poissons pélagiques auront une morphologie de nageurs efficaces.

✚ qualifiés des Poissons bleus en relation avec la coloration dominante de leur face dorsale.

✚ l'alimentation est prise dans le pélagos et en simplifiant on peut dans ces couches superficielles distinguer 3 niveaux trophiques:

- Les espèces de petite taille (Anchois, sardine...) se nourrissent sur le plancton.
- Elles mêmes sont les proies d'espèces de taille moyenne (exemple: Maquereaux...).
- Enfin au bout de la chaîne se situent les grands prédateurs: exemple : thon, cétacés.

Les espèces des eaux superficielles (épipelagiques et méso pélagiques):



Anchois



Sardine



Maquereaux



Orque

III. Les espèces des eaux profondes bathy- et abyssopélagiques

▣ Leur milieu, homogène très stable et peu mobile, n'exige plus de grands déplacements et leur morphologie très variée ne dénote plus une adaptation aussi poussée à la nage soutenue sur de longues distances.

▣ Adaptées à la recherche d'une nourriture rare et très dispersée constituée de proies souvent de taille relativement grande, elles possèdent en général une grande bouche fortement dentée favorisant la présentation de la rétention des proies.

▣ Autre adaptation au milieu obscur, elles portent fréquemment des photophores ou bien sont aveugles.



le coelacanth

*L'argyropelecus affinis*

IV. Le comportement grégaire:

Le gréganisme est la tendance qui pousse des individus de même espèce à se grouper par attraction réciproque en fonction des stimuli émis et captés d'un animal à l'autre. Le terme ultime du gréganisme est la constitution du "banc". Le banc est un ensemble homogène d'individus se déplaçant activement dans la même direction.

- 🌿 un déplacement plus facile de l'ensemble
- 🌿 assure au mieux le brassage des individus, maintenant un équilibre génétique qui permet la réalisation d'un phénotype moyen correspondant parfaitement aux conditions locales de milieu.

On appelle migrations des déplacements périodiques, orientés, réguliers, intéressant la totalité des individus d'une espèce, ou limités à certains groupes d'âge. Ces déplacements s'effectuent souvent collectivement et de nombreux migrants témoignent d'une sociabilité très développée

■ **Nécessités trophiques**

■ **Nécessités génétiques:** Les adultes génétiquement mûrs ou en voie de maturation recherchent et reviennent dans des zones ou dans des régions dont les caractéristiques abiotiques permettent l'émission des produits génitaux (anguille...).

■ **Facteurs climatiques:** Certaines espèces se concentrent à proximité de structures climatiques ou hydrologiques précises et les suivent dans leurs déplacements.

■ **Osmo-régulation:** si le milieu intérieur du poisson se trouve en déséquilibre vis-à-vis du milieu extérieur (déséquilibre lié à l'évolution physiologique de l'individu),