

Ecotoxicologie Générale  
TD n 2 : Bioteneurs

*Dr. Benradia Hamida*

**TD n°1:**  
**Pyramides écologiques**

**1. Pyramides écologiques**

Diagramme qui représente la productivité de chaque niveau trophique d'un écosystème.

Premier bloc à la base: producteurs

Deuxième bloc: consommateurs de premier ordre

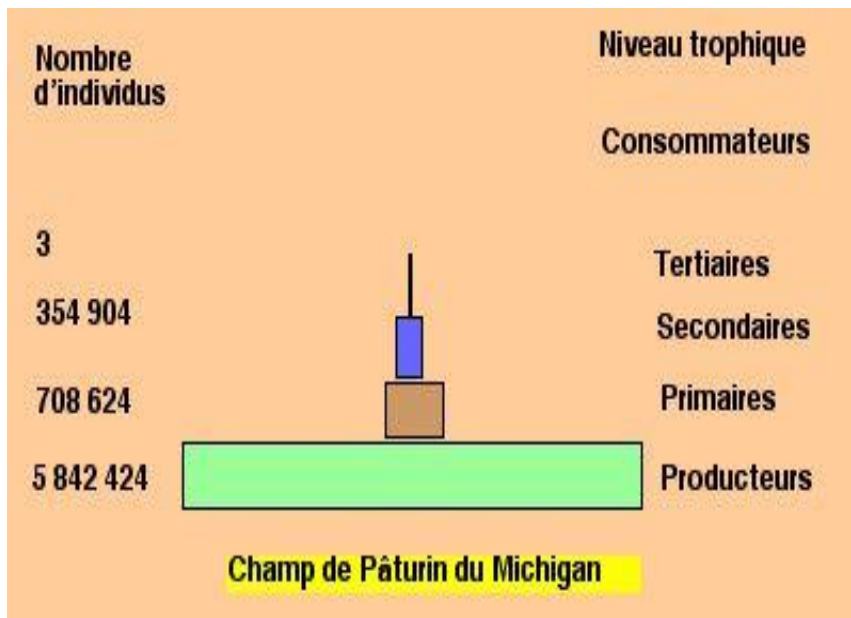
Troisième bloc: consommateurs de deuxième ordre

Il y a trois types de pyramides écologiques:

1. Pyramide des nombres
2. Pyramide de la biomasse
3. Pyramide des énergies

**1.1. Pyramide des nombres**

Nombre d'individus qui occupent chaque niveau trophique et disponible pour le niveau suivant. La pyramide de nombre montre le nombre d'individus à chaque niveau trophique d'un écosystème. Ce pyramide est d'habitude plus grand en bas, et moins grand en haut, parce que d'habitude les prédateurs sont plus grands que leurs proies.



**Figure 1.** Pyramide des nombres.

**1.2. Pyramide de la biomasse**

Masse des organismes présents dans chaque niveau trophique et qui est disponible pour le niveau suivant. La pyramide de la biomasse montre la masse totale des organismes à chaque niveau trophique d'un écosystème. Ces pyramides sont aussi d'habitude plus larges en bas.

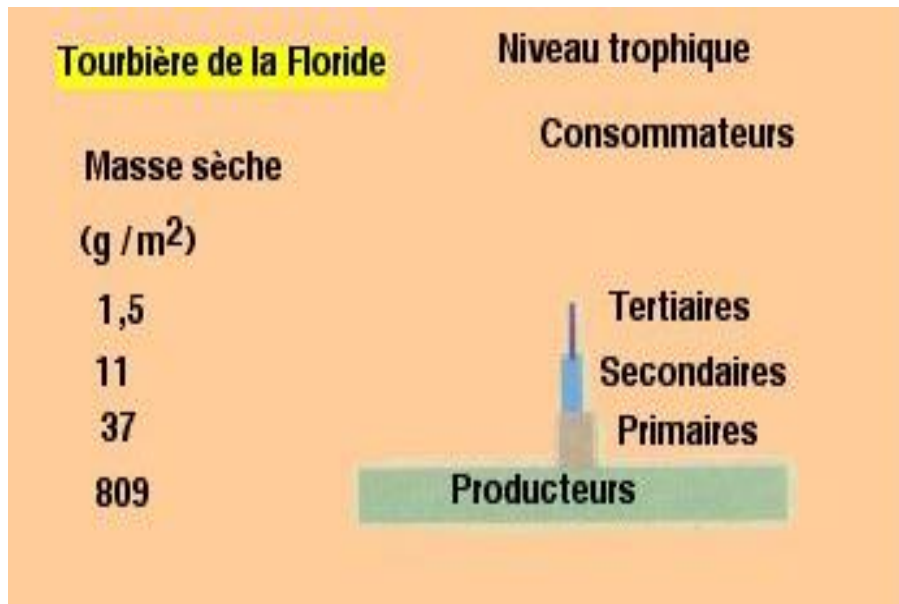
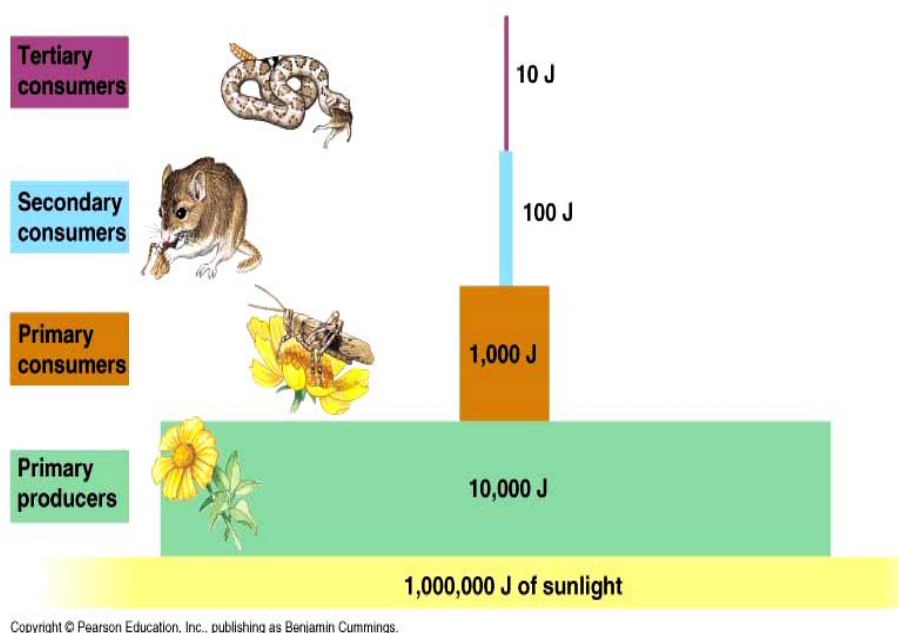


Figure 2. Pyramide de la biomasse.

### 1.3. Pyramide de la productivité (ou d'énergie)

Quantité d'énergie disponible de chaque niveau trophique et disponible pour le niveau suivant. La pyramide de l'énergie La pyramide de l'énergie montre le montant d'énergie à chaque niveau trophique d'un écosystème. Ces pyramides sont toujours plus large en bas, puisqu'un niveau trophique ne pourrait jamais recevoir plus d'énergie que le niveau dessous lui contient.



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

Figure 3. Pyramide de la productivité (d'énergie).

### 1.4. Pyramide de contamination

Pyramide des concentrations exprime la concentration d'un xénobiotique dans les différents niveaux trophiques.

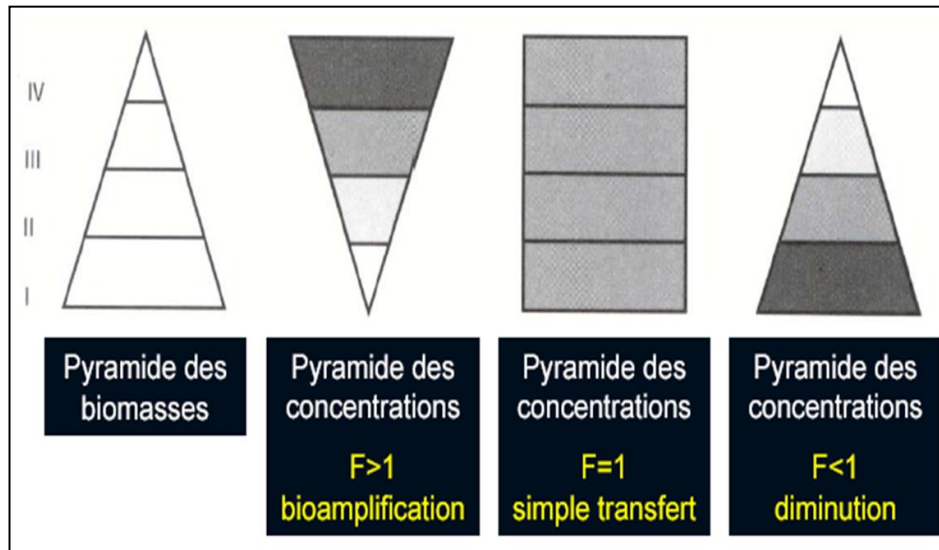


Figure 4. Pyramides des biomasses et des concentrations d'un polluant dans les réseaux trophiques.

### 2. Exercice

A partir des données suivantes faites les différentes pyramides écologiques (Nombre, biomasse, énergie).

Tableau 1 : Données sur une chaîne trophique.

Espèce	Niveau trophique	Nombre	Masse (kg)	Productivité (calories)
Loups, Ours	Cons. Tertiaires	300	200	/
Hiboux, serpents	Cons. 2 <sup>eme</sup>	9000	8000	/
Souris, écureuils, mouffettes	Cons. 1 <sup>ere</sup>	20 000	42 000	/
Herbe, bleuets, graines	Producteurs	150 000	900 000	/
Humaines	Cons. 2 <sup>eme</sup>	/	/	20 000
Vaches	Cons. 1 <sup>ere</sup>	/	/	200 000
Herbe	Producteurs	/	/	2000 000

# Contamination d'une chaîne trophique

## 1. Introduction générale

La disponibilité d'une substance en général et d'un polluant en particulier est la fraction de la qualité totale de ce dernier présente dans le biotope qui est absorbée par des producteurs (végétaux), consommateurs (animaux) et/ou décomposeurs (champignons, bactéries), qui peut donc être prélevée dans le biotope par un organisme considéré et être transférée, stockée et métabolisée par ce dernier (Kördel *et al.*, 1997). Ce processus montre que non seulement les organismes effectuent une dispersion active de nombreux polluants, mais pis encore, peuvent les concentrer dans leurs tissus, ce qui accroît les risques toxicologiques.

## 2. Bioaccumulation et bioconcentration

### 1.1. Bioaccumulation

On désigne par **bioaccumulation** le processus d'absorption par lequel les êtres vivants peuvent accumuler dans leur organisme des nutriments, toute autre substance présente naturellement dans son environnement ou encore un polluant organique de synthèse, quelle que soit la voie de pénétration dans l'organisme considéré (Ramade, 2007).

### 1.2. Bioconcentration

On désigne par **bioconcentration** le processus par lequel une substance prélevée dans un biotope par un être vivant va se rencontrer dans l'organisme de ce dernier à des concentrations supérieures à celles auxquelles il se trouve selon le cas dans les eaux, l'air et/ou les sols.

## 2. Circulation des polluants dans les réseaux trophiques

En réalité, tous les être vivants présentent, à des degrés divers, cette propriété de pouvoir stocker dans leur organisme toute substance peu ou pas biodégradable. De ce fait, il apparaîtra des phénomènes d'amplification biologique des polluants dans tout écosystème contaminé. En effet, les organismes qui ont ainsi concentré telle ou telle substance toxique vont servir de nourriture à d'autres espèces animales qui les accumuleront à leur tour dans leurs tissus. Le facteur de bioconcentration sera d'autant plus élevé que la substance sera moins rapidement métabolisable.

Il va se produire une contamination de tout le réseau trophique de l'écosystème, initiée par les producteurs primaires qui « pompent » le polluant dispersé dans le biotope ; les phénomènes de bioaccumulation se produisent dans l'ensemble de la chaîne trophique.

Avec les polluants persistants peu ou pas biodégradables, il se produit assez souvent une bioconcentration de ces derniers dans toute la chaîne trophique le long de laquelle la concentration du toxique dans les êtres vivants s'élèvera à chaque niveau trophique, de sorte que, dans tous les cas, ce seront les superprédateurs, situés au sommet de la pyramide trophique, qui présenteront les taux de concentration les plus élevés. Ce phénomène est dénommé **bioamplification** des polluants.

## 3. Principaux types de circulation des polluants dans les réseaux trophiques

Les processus de bioconcentration et de bioamplification surviennent dans divers cas avec pour conséquence une focalisation des polluants dans les réseaux trophiques. Le comportement des polluants dans les réseaux trophiques peut être de trois types :

-Dans un premier cas, on constate un simple transfert de ces derniers d'un niveau trophique à l'autre sans changement de concentration au fur et à mesure que l'on s'élève dans le réseau trophique.

-Un second cas, fort heureusement minoritaire par rapport à l'ensemble des polluants se rencontrant dans les biotopes continentaux ou marins, se rapporte à certains isotopes stables ou radioactifs d'éléments, en particulier de métaux toxiques, et surtout à de nombreuses substances organiques peu ou pas biodégradables.

-Enfin, un dernier cas, qui est le plus fréquent, est celui de substances incapables de franchir la barrière intestinale des vertébrés, ou encore de polluants organiques de synthèse, biodégradables, qui vont être biotransformés dans le tube digestif: le plutonium, diverses molécules organiques naturelles ou de synthèse dont certaines peuvent être très toxiques en ingestion voire par inhalation. Ici, on observera une diminution de la concentration au fur et à mesure que l'on s'élève dans la chaîne trophique des consommateurs.

#### 4. Exemples:

Voici un exemple qui explique le phénomène de la bioamplification dans les réseaux trophiques aquatiques, les premières observations de ces phénomènes de bioamplification furent réalisées dès 1960 en milieu limnique, par Hunt & Bischoff. Ces chercheurs montrèrent que le TDE, insecticide voisin du DDT encore dénommé DDD, se concentrait dans les chaînes trophiques d'un lac de Californie, le Clear Lake. Alors que ce composé avait été dilué dans les eaux du lac, lors du traitement, à raison de 0,015 ppm (**0,015 mg/L**), ces chercheurs détectaient jusqu'à 2500 ppm dans les tissus des grèbes (*Aechmophorus occidentalis*). Ce qui correspond à un facteur de concentration de 166 000.

**Tableau 1:** Bioamplification du DDD dans le réseau trophique aquatique du Clear Lake en Californie (d'Après Hunt & Bischoff, 1960).

Organisme	Niveau trophique	Concentration (mg/kg)	Facteur de bioconcentration	Facteur de transfert
Phytoplancton	I	5		
Poissons microphages	II	9		
Poissons prédateurs	III	221		
Grèbe ( <i>A. occidentalis</i> )	IV	2500		

**Tableau 2 :** Concentrations ( $\mu\text{g/kg}$ ) des composés organochlorés dans des organismes appartenant au réseau trophique pélagique de la Méditerranée Nord-Occidentale (d'après Fowler & Elder, 1978).

Organisme	Niveau trophique	Concentration ( $\mu\text{g/kg}$ )
<i>Microphytoplancton</i>	I	4500
<i>Meganyctiphanes norvegicus</i>	II	620
<i>Sergestes arcticus</i>	III	470
<i>Pasiphaea sivada</i>	III	210
<i>Myctophus glacialis</i>	IV	50

a/ Calculez les facteurs de bioconcentration et les facteurs de transfert pour le DDD (**Tableau 1**) et des composés organochlorés dont la concentration dans l'eau est de **25  $\mu\text{g/L}$**  (**Tableau 2**).

b/ Traduire ces données sous forme de graphe et tirer les conclusions concernant la nature de la contamination de la chaîne alimentaire considérée. Présenter également le polluant (DDD : nature chimique, sources et impacts).