

II .1 .4. Bioaccumulation, bioconcentration et bioamplification

En réalité, tous les êtres vivants présentent, à des degrés divers, la 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.

1. Bioaccumulation

La bioaccumulation est l'absorption d'un contaminant et son accumulation dans les tissus d'un organisme vivant. Le contaminant peut être absorbé directement à partir du milieu (eau, air, sol)=**Bioconcentration**, ou par la consommation de proies contaminées = **Bioamplification**.

2. Bioconcentration

2.1. Définition

« Phénomène d'absorption par les êtres vivants des substances naturellement présentes dans leur environnement ou introduites par la pollution avec une accumulation à des concentrations supérieures à celles auxquelles on les rencontre dans le milieu naturel ».

La bioconcentration est l'absorption d'un contaminant et son accumulation dans les tissus des organismes vivants à la suite d'un contact **direct** avec le milieu environnant. Il s'agit d'une forme de bioaccumulation directe: *il n'y a pas d'intermédiaire* entre le contaminant et l'être vivant, puisque ce dernier absorbe directement le contaminant qui est présent dans son milieu.

Exemple : Les organismes aquatiques filtreurs, tels que les moules et les huîtres, filtrent l'eau pour se nourrir. Ainsi, ils absorbent une très grande quantité de contaminants, qui s'accumulent dans leur corps. Éventuellement, la concentration de contaminants dans leur système dépasse celle du milieu aquatique dans lequel ils évoluent.

2.2. Facteur de concentration (FC)

Est le rapport de la concentration d'un polluant dans un organisme à sa concentration dans le biotope, eau-air-sol. Selon qu'il s'agit d'êtres vivants aquatiques ou terrestres.

$$Fc = \frac{[C]_{Organisme}}{[C]_{Biotope}}$$

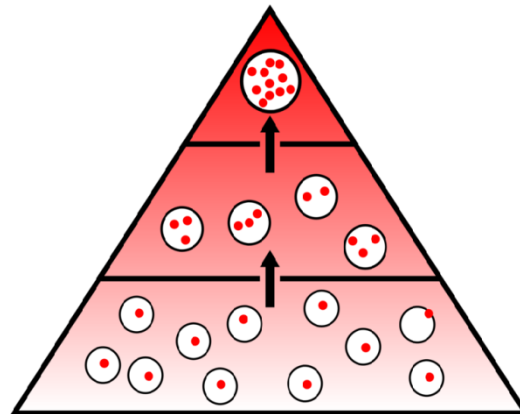
3. Bioamplification

Avec les polluants xénobiotiques persistants, peu ou pas biodégradables, il se produit assez souvent une bioaccumulation de ces derniers dans toute la chaîne trophique de l'écosystème, initiée par les producteurs primaires qui « pompent » le polluant dispersé dans le biotope, 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 contamination les plus élevés.

Ainsi, dans un milieu contaminé, tous les niveaux trophiques sont affectés. Les producteurs (premier niveau), puisant les nutriments nécessaires à la transformation de la matière inorganique en matière organique, vont accumuler les contaminants présents dans leur milieu.

Les consommateurs primaires (deuxième niveau), en plus d'absorber les contaminants en vivant dans un milieu pollué, vont aussi accumuler les polluants que les producteurs avaient eux-mêmes absorbés.

Il en va de même pour les consommateurs secondaires et tertiaires (niveaux supérieurs), tous accumulant les contaminants absorbés précédemment par leurs proies. Ce phénomène fait que souvent les individus au sommet de la chaîne alimentaire, comme les gros poissons, les oiseaux de proie et les mammifères carnivores possèdent une concentration de contaminants qui dépasse le seuil de toxicité.



Ce phénomène est dénommé **bioamplification** des polluants = **biomagnification**, qui est un terme anglais.

3.1. Définition

Phénomène par lequel une substance naturelle ou un contaminant présent dans un biotope connaît un accroissement de sa concentration au fur et à mesure qu'il circule vers les maillons supérieurs d'un réseau trophique.

- Cela se produit lorsque le facteur de transfert dans la chaîne trophique (Ft) du polluant considéré est de valeur supérieure à Un (1).

-

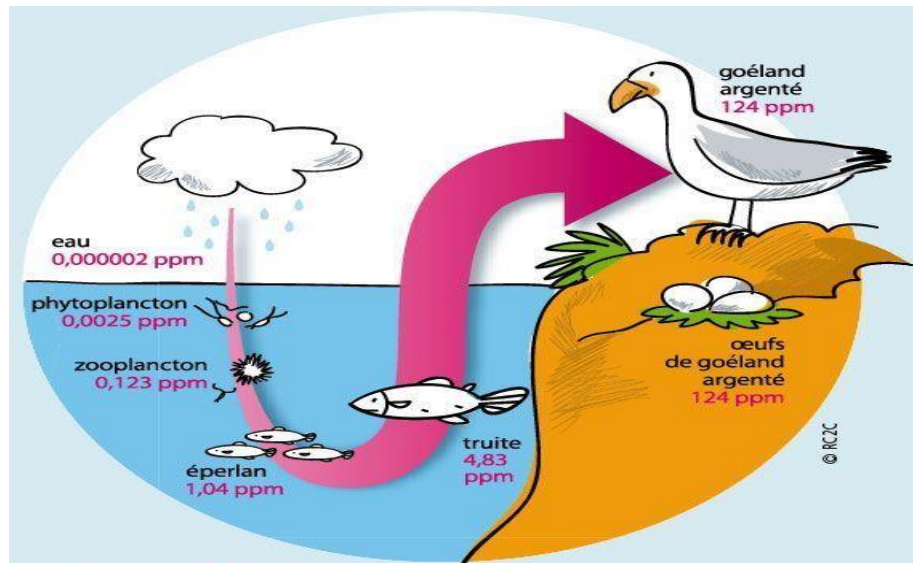
3.2. Facteur de transfert :(FT)

Est le rapport entre la concentration d'un polluant dans les êtres vivants situé au niveau trophique n+1 et celle à laquelle il se trouve dans l'organisme du niveau trophique n.

$$Ft = \frac{NT_{n+1}}{NT_n}$$

Où NT désigne le niveau réel de l'organisme considéré

Exemple de bioamplification : le cas des PCB (polychlorobiphényles). Les concentrations sont indiquées en ppm. Le phytoplancton (algues microscopiques) l'a déjà concentré un millier de fois dans ses cellules par rapport à l'eau de pluie, passant de 2×10^{-6} ppm à $2,5 \times 10^{-3}$ ppm. Un goéland argenté pourra atteindre 124 ppm.



3.3. Principaux types de circulation des polluants dans les réseaux trophiques

Le comportement des polluants dans les réseaux trophiques peut être de trois types :

- Dans un premier cas, un simple transfert de ces derniers d'un niveau trophique à l'autre sans changement de concentration il a été constaté. Il concerne en particulier la plupart des éléments biogènes - divers métaux et métalloïdes - indispensables aux êtres vivants pour lesquels existent des phénomènes de régulation.
- Un second cas, avec divers éléments ou composés chimiques surviennent en effet des phénomènes de **bioamplification** dans les réseaux trophiques (cas des PCB, des insecticides organochlorés, des dioxines parmi bien d'autres).
- 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 comme diverses molécules organiques naturelles ou de synthèse, une diminution de la concentration au fur et à mesure que l'on s'élève dans la chaîne trophique des consommateurs a été enregistrée.

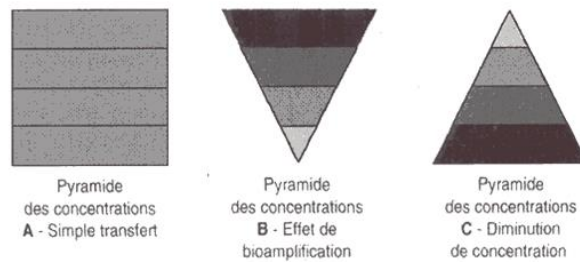


Figure ■ Principaux types de pyramides des concentrations selon la valeur du facteur de transfert dans les réseaux trophiques
A : $F_t = 1$ (simple transfert) ; B : $F_t > 1$ (bioamplification) ; C : $F_t < 1$ (décroissance)

3.4. Modalités et mécanismes de transfert dans les réseaux trophiques

La circulation des polluants dans la biomasse et leur éventuelle bioamplification dans les réseaux trophiques est conditionnée par **leurs caractéristiques physico-chimiques**, ainsi, les substances peu ou pas bio-dégradables présentent toujours une potentialité significative de bioconcentration et de bioaccumulation. Tel est le cas des:

- * polluants organiques liposolubles et hydrophobes
- * les composés inorganiques peu ou pas hydrosolubles.
- * il apparaît que la connaissance du **K_{ow}** d'une substance organique permet de déterminer si elle présente une aptitude présomptive à être bioamplifiée dans les réseaux trophiques.

. **Le coefficient de partage octanol-eau (K_{ow})** : (K_{ow} : Koefficient Octanol Water).

Ce coefficient représente le rapport à l'équilibre entre la concentration d'une substance chimique dans l'octanol qui est assez fortement lipophile et la concentration de cette même substance dans l'eau. Il permet d'évaluer le caractère plus ou moins hydrophobe (et/ou lipophile) ou hydrophile (et/ou lipophobe) d'une molécule. Il peut être utilisé pour estimer l'accumulation potentielle d'une substance dans les organismes.

$$K_{ow} = \frac{[C_{octanol}]_{\text{équilibre}}}{[C_{eau}]_{\text{équilibre}}}$$

En pratique on utilise plutôt son logarithme : $\log(K_{ow})$ dont l'échelle de valeurs est plus facile à manipuler P_{ow} . Il est possible de construire une échelle d'hydrophobie en fonction de $\log(K_{ow})$. Une molécule est considérée comme lipophile et potentiellement bioaccumulable dans les tissus organiques riches en lipides lorsque son $\log K_{ow}$ est supérieur à 4.

