

Bioconcentration, Bioamplification et Bioaccumulation

En réalité, tous les êtres vivants présentent, certes 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 - toutes choses égales par ailleurs.

BIOCONCENTRATION

La bioconcentration est le résultat net de l'absorption, de la distribution et de l'élimination d'une substance présente dans l'eau. Cette notion peut être étendue aux organismes terrestres :

- aux plantes, avec le passage de l'air et/ou des sols aux plantes par pénétration transfoliaire et/ou radiculaire.
- aux animaux, , avec le passage direct de l'air aux espèces animales par inhalation

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 ».

Exemple : concentration du mercure par les poissons.

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.

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

BIOAMPLIFICATION

Avec les polluants xénobiotiques persistants, peu ou pas biodégradables, il se produit assez souvent une bioconcentration 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.

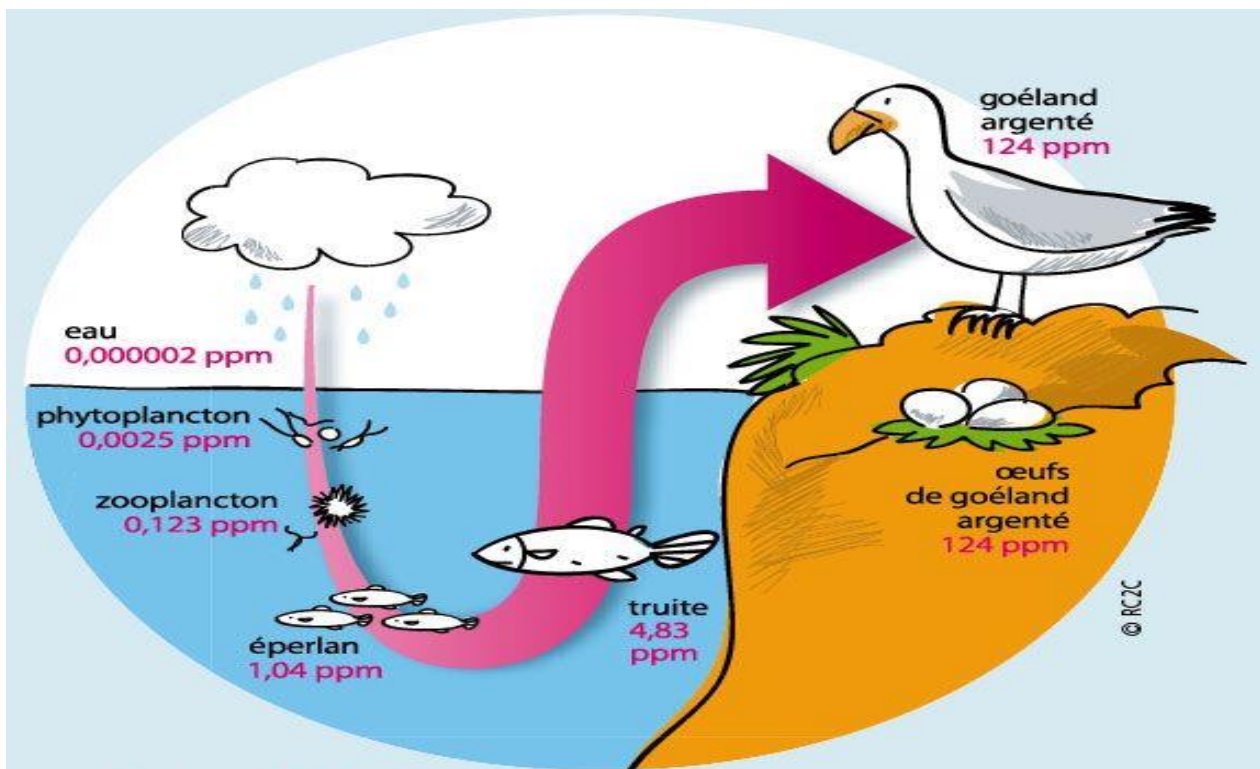
Ce phénomène est dénommé **bioamplification** des polluants = **biomagnification**, qui est un terme anglaise.

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).

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.



Remarque :

En milieu aquatique, deux processus simultanés d'absorption interviennent :

- la pénétration de l'eau par voie transtégumentaire et transbranchiale
- l'ingestion avec les aliments.

La pénétration par la première joue plus que l'apport alimentaire.

(R = (S corporelle/Poids) petits organismes > R grands organismes, (Rapport))

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**.

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 qui se trouvent de proie au précédent.

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

Où NT désigne le niveau réel de l'organisme considéré

Facteurs de concentration et facteur de transfert

On dénomme **facteur de concentration** (F_c) le rapport de la concentration d'un polluant dans un organisme à sa concentration dans le biotope – eau, air et/ou sol selon qu'il s'agit d'êtres vivants aquatiques où terrestres chez lesquels existe une double possibilité d'exposition à des polluants *via* l'air ou les sols.

Si l'on se place dans le cas des organismes aquatiques, leur contamination résulte de l'absorption directe par voie transcutanée et transbranchiale à laquelle s'ajoute celle due à l'apport alimentaire. Dans ce cas-là, le facteur de concentration sera déterminé par la relation :

$$F_c = \frac{[C_p + C_a]}{[eau]}$$

où C_p désigne les quantités de polluant absorbées directement par contact avec l'eau contaminée et C_a correspond à celles provenant de la nourriture.

On utilise souvent le terme de **facteur de bioconcentration** (désigné par le sigle FBC – ou F_{BC}) lorsque les F_c sont supérieurs à 1 (et parfois à l'inverse de **facteur de bioaccumulation**, F_{BA} lorsque le F_c mesure un transfert direct à partir de l'environnement et qu'il est < 1).

Le **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 les organismes du niveau trophique n qui servent de proie au précédent.

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

où NT désigne le niveau trophique réel de l'organisme considéré. En effet, il faut tenir compte du fait qu'il existe des animaux omnivores¹⁰ et que des superprédateurs peuvent se nourrir de proies situées à des niveaux trophiques différents.

En première approximation, si l'on se place dans une chaîne alimentaire théorique comportant 5 niveaux trophiques, et dont le F_t serait constant et d'une valeur de 10, il est aisé d'en déduire que le facteur de concentration dans les organismes situés au sommet de la pyramide écologique sera de 10^5 par rapport à l'eau ou aux sols.

Principaux types de circulation des polluants dans les réseaux trophiques

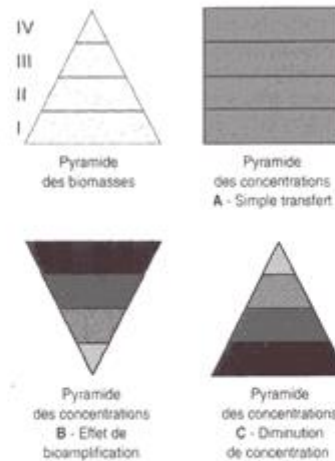


Figure 3.25 ■ Principaux types de pyramides des concentrations selon la valeur du facteur de transfert dans les réseaux trophiques : sont ici comparées les pyramides des biomasses avec celles des concentrations selon la valeur du facteur de transfert. À : $F_i = 1$ (simple transfert) ; B : $F_i > 1$ (bioamplification) ; C : $F_i < 1$ (décroissance) (d'après Ramade, *op. cit.*, 1992, p. 42).

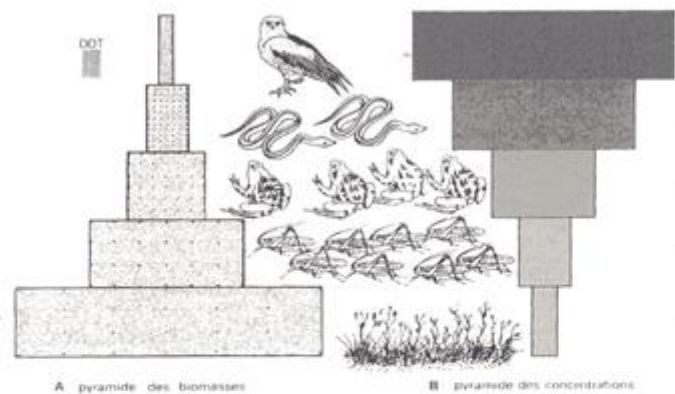


Figure 3.24 ■ Processus de bioconcentration et de bioamplification du DDT dans une chaîne trophique terrestre. En A pyramide des biomasses avec concentrations relatives en DDT, figurée par des pointillés de densité proportionnelle. En B, pyramide des concentrations de cet insecticide, figurée en échelle logarithmique. On constate l'aspect inversé de cette dernière par rapport à la pyramide des biomasses (d'après Ramade, *op. cit.*, 1977, 2^e éd, p. 68).

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: le plutonium, 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 à été enregistrée

- ***Cas particuliers de pyramides des concentrations décroissantes observées avec des POPs***

Il convient aussi de noter qu'en milieu aquatique et même pour certains réseaux trophiques propres à la pédofaune, des pyramides des concentrations décroissant au fur et à mesure que l'on s'élève dans la chaîne trophique peuvent s'observer même avec des polluants persistants, métaux lourds ou POPs.

Un tel type de pyramide a par exemple été mis en évidence par Fowler et Eider(1978) pour les PCB et le ODE, un métabolite du DDT dans un réseau trophique pélagique de la mer Ligure, en Méditerranée septentrionale.