

ANNEXE 2 : IMPREGNATION DES POLLUANTS : BIODISPONIBILITE ; BIOACCUMULATION ; BIOAMPLIFICATION

LA BIODISPONIBILITÉ ET LE PASSAGE DES POLLUANTS DANS L'ORGANISME

La biodisponibilité désigne « la fraction de produit chimique présent dans le milieu environnemental qui est disponible pour être accumulée par les organismes » (G. M. Rand, P. G. Wells et L. S. Mc Carthy. 1995. Introduction to Aquatic Toxicology. Effects, environmental fate and risk assesment., London, pp. 3-67: Taylor and Francis)

Une fraction significative de polluant chimique introduit dans le milieu pourra être transférée dans le compartiment biologique et ainsi circuler dans les réseaux trophiques.

Les principales voies d'entrée du polluant dans les organismes sont les suivantes :

- Respiratoire
- Transtégumentaire (ou cutanée)
- Trophique (alimentation, très importante)

Les polluants, après incorporation via les différentes voies d'entrée, vont se retrouver dans la circulation sanguine dans un premier temps. Il faut que ces molécules soit un minimum hydrosoluble afin de pouvoir se déplacer dans les divers milieu biologiques qui sont majoritairement aqueux. Ces contaminants (xénobiotiques = corps étrangers à l'organisme) vont devoir passer différentes barrières afin d'arriver à leurs sites récepteurs sensibles = organes cibles (*cf. figure 1*).

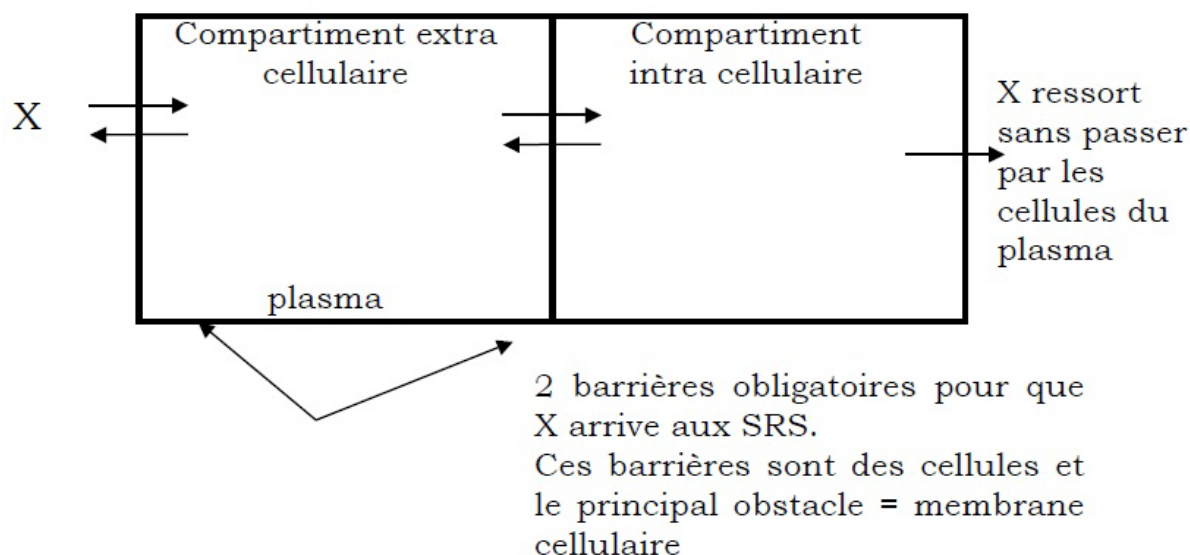


Figure 1 : Barrières à franchir pour les polluants

Les membranes sont en général des assemblages de phospholipides et de protéines en bicouches moléculaires dont les pôles hydrophobes sont orientés vers l'intérieur et les pôles hydrophiles à l'extérieur (*cf. figure 2*).

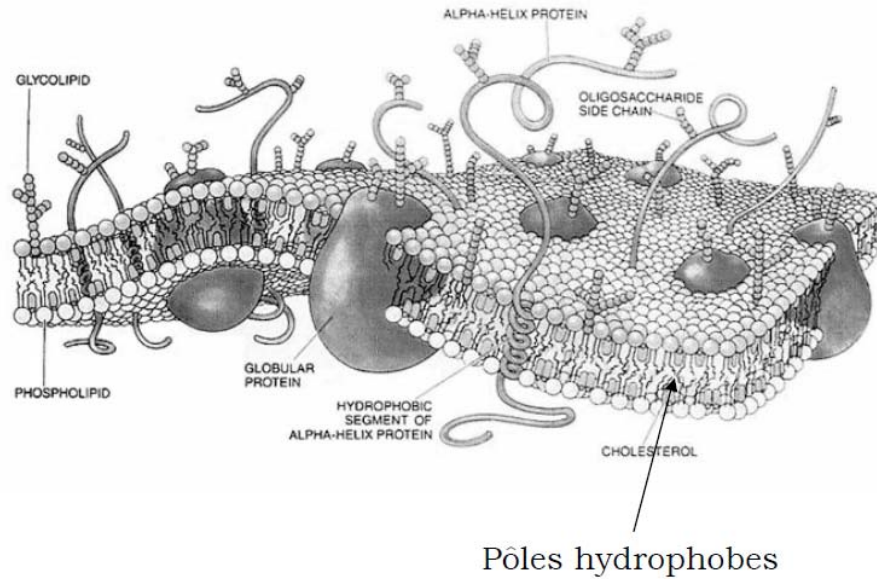
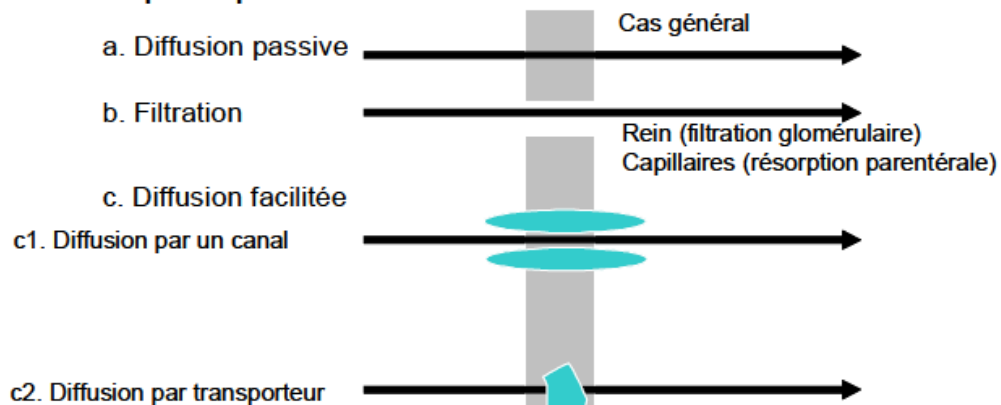


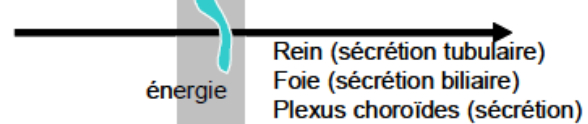
Figure 2 : Structure d'une membrane cellulaire

Seules les molécules lipophiles pourront passer ces barrières par simple diffusion, les molécules hydrophiles devront traverser ces membranes soit par des diffusions facilitées à l'aide de transporteurs, soit via des transports actifs consommant de l'énergie (*cf. figure 3*).

1. Transports passifs



2. Transports actifs



3. Pinocytose, phagocytose

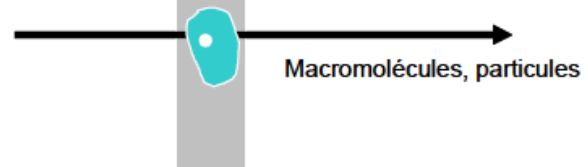


Figure 3 : Modes de passage transmembranaires des polluants

LE DEVENIR DU POLLUANT DANS L'ORGANISME

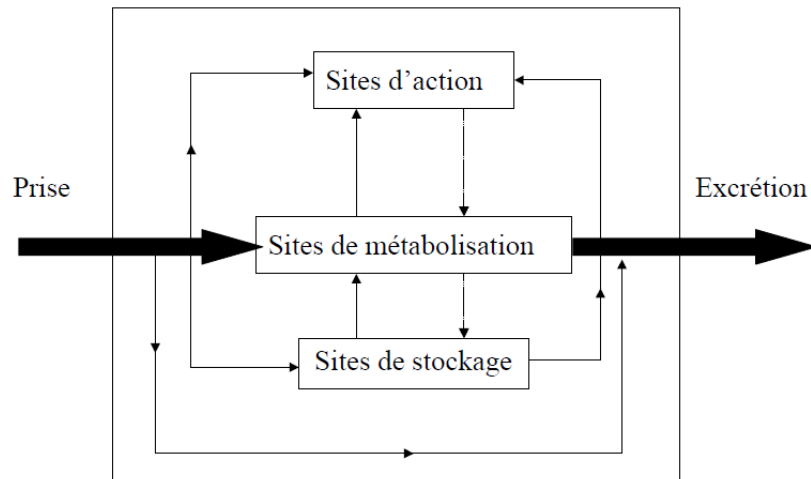


Figure 4 : Modèle général décrivant le comportement d'un xénobiotique dans un organisme (Walker et al 1995)

Après absorption à travers les membranes, les polluants se retrouvent dans la circulation sanguine ou un équivalent. Il va se retrouver sous deux formes, une forme libre, qui correspond à la fraction du xénobiotique hydrosoluble dans la phase aqueuse du sang, et une forme liée, qui est le résultat de la fixation d'une partie lipophile du polluant à des constituants plasmatiques.

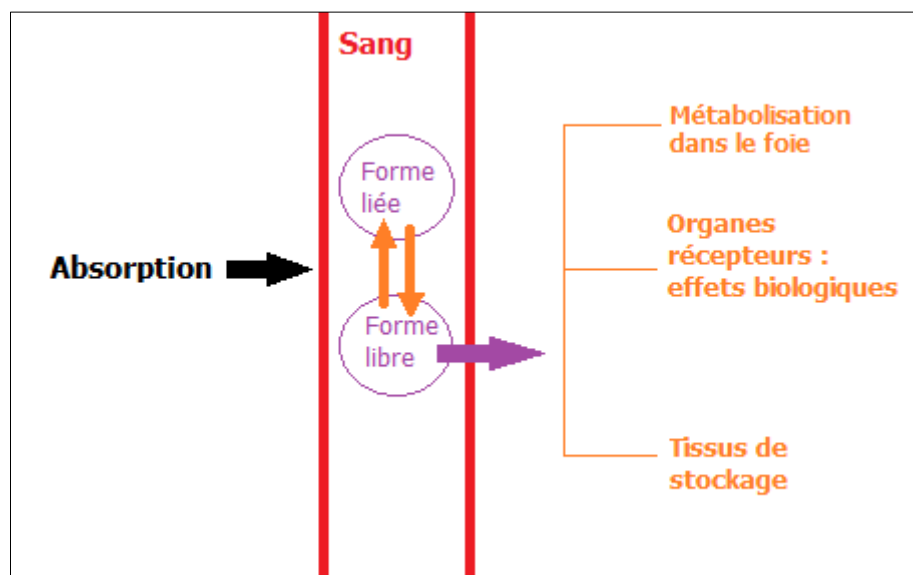


Figure 5 : Distribution d'un polluant

Les polluants, selon leurs natures, vont subir des actions différentes dans l'organisme (cf. figure 4 et 5) :

- Métabolisation par le foie : transformation du polluant par divers mécanismes pour en faire soit une molécule plus hydrosoluble et donc plus éliminable par l'organisme, soit une molécule plus toxique pour l'organisme.
- Stockage dans différents tissus : graisses
- Fixation à des récepteurs présents sur les organes cibles : effets toxiques ou biologiques
- Excrétion : élimination du polluant par l'organisme

LA BIOACCUMULATION DES POLLUANTS

Lorsque les polluants sont entrés dans les organismes, par adsorption ou incorporation, ils vont avoir tendance à se bioaccumuler.

Au fil du temps, les concentrations de ces substances présentes dans l'organisme deviennent plus élevées que dans son environnement immédiat.

Cette bioaccumulation peut être quantifiée par le calcul du facteur de concentration (FC). Ce facteur est égal à la concentration du polluant dans une matrice biologique divisé par la concentration du contaminant dans le milieu « source ».

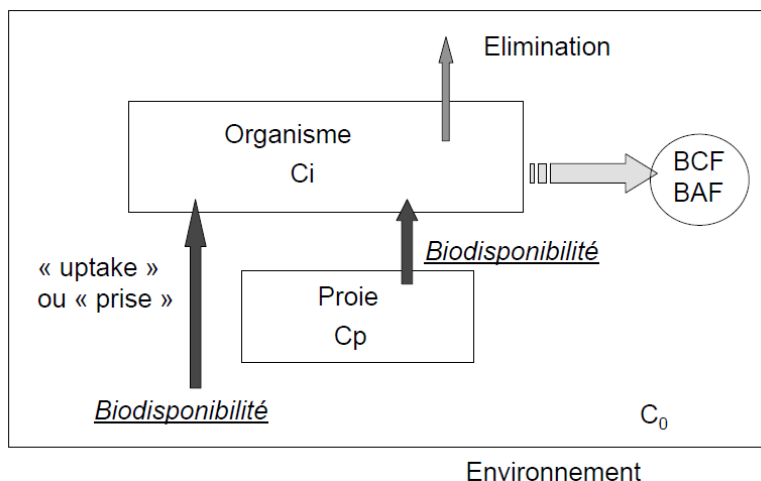


Figure 6 : Notion de bioaccumulation

Légendes : BCF = bioconcentration factor = C_i/C_0 ; BAF = bioaccumulation factor = C_i/C_p

La bioaccumulation est influencée par les caractéristiques physico-chimiques de la substance absorbée.

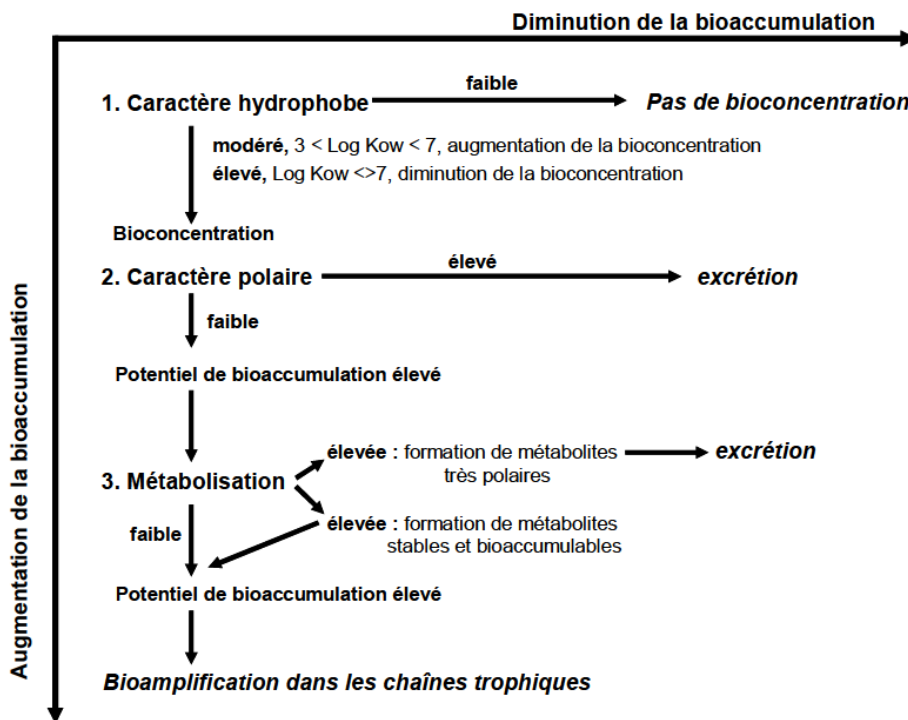


Figure 7 : Caractéristiques chimiques agissant sur la bioaccumulation

Plusieurs facteurs extrinsèques et intrinsèques affectent la bioaccumulation :

- Niveau d'absorption de la substance
- Mode d'absorption de la substance
- Vitesse d'élimination de la substance
- Mode de transformation de la substance dans l'organisme
- Capacité de dissolution complète de la substance dans l'eau
- Reproduction et migration vers les zones contaminées
- Teneur en gras de l'organisme (les contaminants s'accumulent en adhérant aux tissus adipeux)
- Âge de l'organisme (plus l'organisme est âgé, plus il a le temps d'accumuler des contaminants)
- Autres facteurs environnementaux, biologiques et physiques.

Les contaminants qui s'accumulent dans les végétaux, les poissons et autres animaux au cours du temps vont également traverser la chaîne alimentaire puisqu'ils ne sont pas toujours excrétés par l'organisme et qu'ils s'emmagasinent dans différents organes. Ce processus est désigné par le terme de « bioamplification » ou « bioamplification ».

LA BIOAMPLIFICATION

La bioamplification est donc l'accumulation d'une substance le long d'une chaîne trophique. Ce phénomène n'est cependant pas général : il est fréquent pour les polluants organiques (comme par exemple les Dichlorodiphényltrichloroéthane (DDT) et les Polychlorobiphényles (PCB)) mais exceptionnel pour les polluants métalliques.

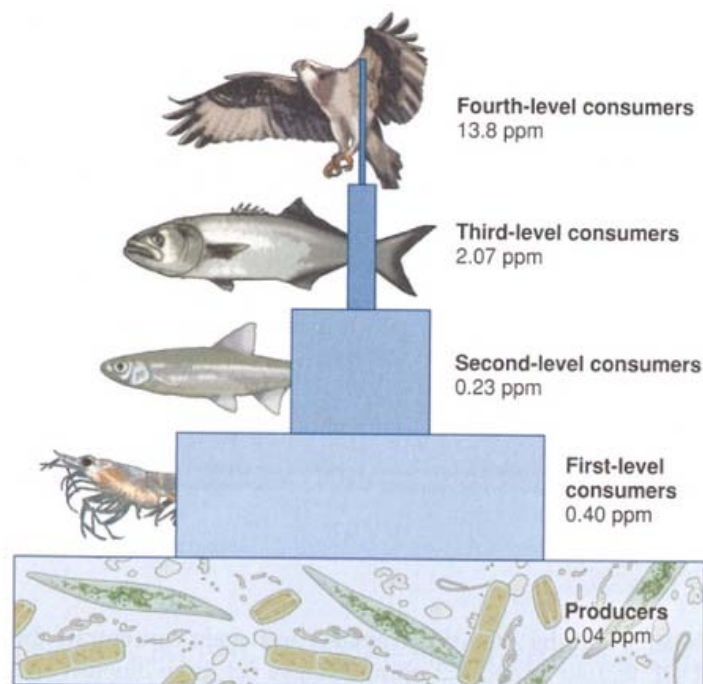
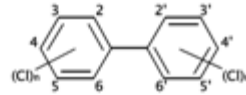


FIGURE 5.16 Biomagnification The concentration of DDE increases from 0.04 ppm in primary producers to 13.8 ppm as it moves up the food chain. These large increases are possible because the concentration increases by about a factor of 10 at each step. For example, the concentration increases about ninefold (2.07 ppm/0.23 ppm) from silversides (second-level consumers) to bluefish (third-level consumers).

Figure 8 : Bioamplification du Dichlorodiphényléthylène dans une chaîne trophique

Biomagnification



Exemples de teneurs en PCB dans la mer du nord et les organismes y vivant:

	Teneur (en mg/kg)
Eau de mer	0,000 002
Sédiments	0,01
Animaux invertébrés	7,8
Phytoplancton	8,4
Zooplancton	10,3
Poissons	19
Oiseaux de mer	110
Mammifères marins	160

PCB: polychlorobiphényle

Figure 9 : Bioamplification des PCB dans une chaîne trophique

Les deux figures précédentes montrent des exemples de bioamplification de différents polluants. Il y a bien une augmentation de la concentration en polluant à chaque maillon de la chaîne trophique.

SOURCES BIBLIOGRAPHIQUES :

- Jean-Claude Amiard (2011), *Les risques chimiques environnementaux : Méthodes d'évaluation et impacts sur les organismes*
- Site internet : <http://www.fnehin.ca/uploads/docs/french-bioaccumulation.pdf>