

Les Xénobiotiques dans le milieu

Dr. GRINI Halima

Université 20 Août 1955 - Skikda

Faculté des Sciences

Département Sciences de la Nature et de la Vie

Email: h.grini@univ-skikda.dz

Table des matières

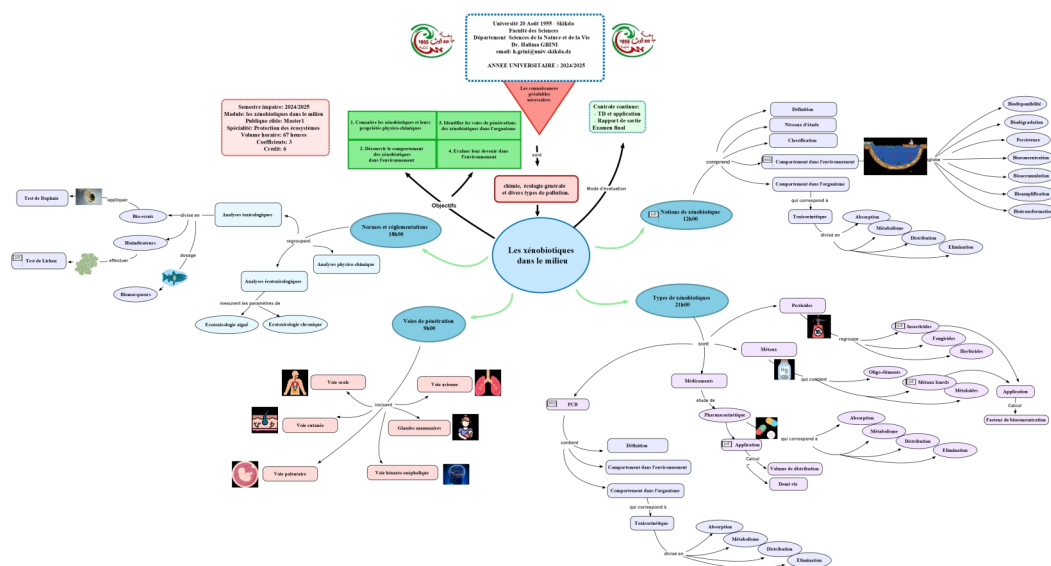


Objectifs	3
Introduction	4
I - Pré-requis	5
II - Exercice : Test d'entrée	6
III - Notions de xénobiotiques	8
1. Les objectifs du chapitre 1	8
2. Les niveaux d'étude des xénobiotiques	8
3. Classification	8
4. Comportement des xénobiotiques dans l'environnement	10
4.1. Biodisponibilité :	10
4.2. La biodégradation	10
4.3. La persistance	11
4.4. La bioconcentration	11
4.5. La bioaccumulation	12
4.6. La bioamplification	13
5. Comportement des xénobiotiques dans l'organisme	15
5.1. Les voies de pénétration des xénobiotiques	15
5.2. Toxicocinétique	15
5.3. Absorption	15
5.4. Distribution	15
5.5. Métabolisme (Biotransformation)	16
5.6. Elimination	16
6. Exercice : Évaluation n° 1	17
7. Exercice : Évaluation n° 2	17

Objectifs

- Connaître les xénobiotiques, et leurs propriétés physico-chimiques
- Découvrir le comportement des xénobiotiques dans l'environnement
- Comprendre le comportement des xénobiotiques dans l'organisme
- Évaluer leur devenir dans l'environnement
- Organiser une campagne de surveillance de la qualité de l'environnement

Introduction



Carte conceptuelle du module

Un xénobiotique (du grec ancien xenos « étranger » et bios « vie ») est une substance présente dans un organisme vivant mais qui lui est étrangère : il n'est ni produit par l'organisme lui-même, ni par son alimentation naturelle. Le terme xénobiotique désigne une «substance étrangère», c'est-à-dire extérieure à l'organisme, par opposition aux composants endogènes.

En général, un xénobiotique est une molécule chimique polluante et parfois toxique à l'intérieur d'un organisme, y compris en faibles voir très faibles concentrations.

Les xénobiotiques comprennent les médicaments en particulier les antibiotiques, les produits chimiques industriels, les poisons naturels et les polluants environnementaux.

Pré-requis

I

Le suivie de cette matière, nécessite des connaissances préalables en :

- Chimie générale.
- Écologie générale.
- Les divers types de pollution.

Exercice : Test d'entrée



II

Exercice : Composants de la chaîne alimentaire

Dans une chaîne alimentaire, les producteurs sont :

- ☐ Des animaux
- ☐ Des champignons
- ☐ Des plantes vertes
- ☐ Des décomposeurs

Exercice : Composants de la chaîne alimentaire

Les champignons et les bactéries :

- ☐ Sont des décomposeurs
- ☐ Transforment la matière morte en éléments nutritifs
- ☐ Se nourrissent uniquement de lumière
- ☐ Sont toujours des prédateurs

Exercice : Pyramides écologiques

Dans une pyramide de nombres, le niveau le plus large représente généralement

- ☐ Les carnivores
- ☐ Les omnivores
- ☐ Les producteurs
- ☐ Les décomposeurs

Exercice : Pyramides écologiques

Dans une pyramide de biomasse normale, on trouve :

- ☐ Plus de biomasse chez les prédateurs
- ☐ Moins de biomasse au sommet
- ☐ Une biomasse égale à tous les niveaux

- ☐ Une biomasse plus importante chez les consommateurs

Exercice : Pyramides écologiques

Pourquoi une pyramide d'énergie ne peut-elle jamais être inversée ?

Exercice : Effets des polluants sur l'environnement

Les lourds comme le plomb et le mercure sont des polluants très car ils peuvent s'accumuler dans les organismes vivants et provoquer des effets sur la santé humaine.

Notions de xénobiotiques

III

1. Les objectifs du chapitre 1

- Acquérir des notions de base sur les xénobiotiques.
- Comprendre le comportement des xénobiotiques dans l'environnement.
- Classer les effets des xénobiotiques.
- Identifier les voies de pénétration des xénobiotiques.
- Différencier les différentes étapes de la toxico-cinétique.

2. Les niveaux d'étude des xénobiotiques

Fondamental

L'action d'un polluant peut être envisagée à 5 niveaux :

- Le niveau des écosystèmes

Il s'agit de déterminer d'une part les paramètres de structure en précisant les espèces appartenant aux différents niveaux trophiques (producteurs, herbivores, carnivores...), d'autre part de déterminer les paramètres de fonction qui touchent divers

- Le niveau des populations
- Le niveau des organismes
- Le niveau cellulaire et biochimique

Cf. "le niveau de risque lié au rejet de polluants dans le milieu naturel"

3. Classification

Définition

La toxicité englobe l'ensemble des effets néfastes d'un toxique sur un organisme vivant.

Il s'agit de la capacité inhérente à une substance de produire des effets nocifs chez un organisme vivant.

Paramètres	Effets toxiques
Durée	aigue, chronique
Types d'action	locale, systémique
Mécanismes d'action	stimulant, inhibiteur
Voies de pénétration	respiratoire, cutané, digestive
Tissu ou organe affecté	sang, rein, foie, Système nerveux
Nature de l'effet	irritant, asphyxiant, cancérigène

Classification des effets toxiques des xénobiotiques

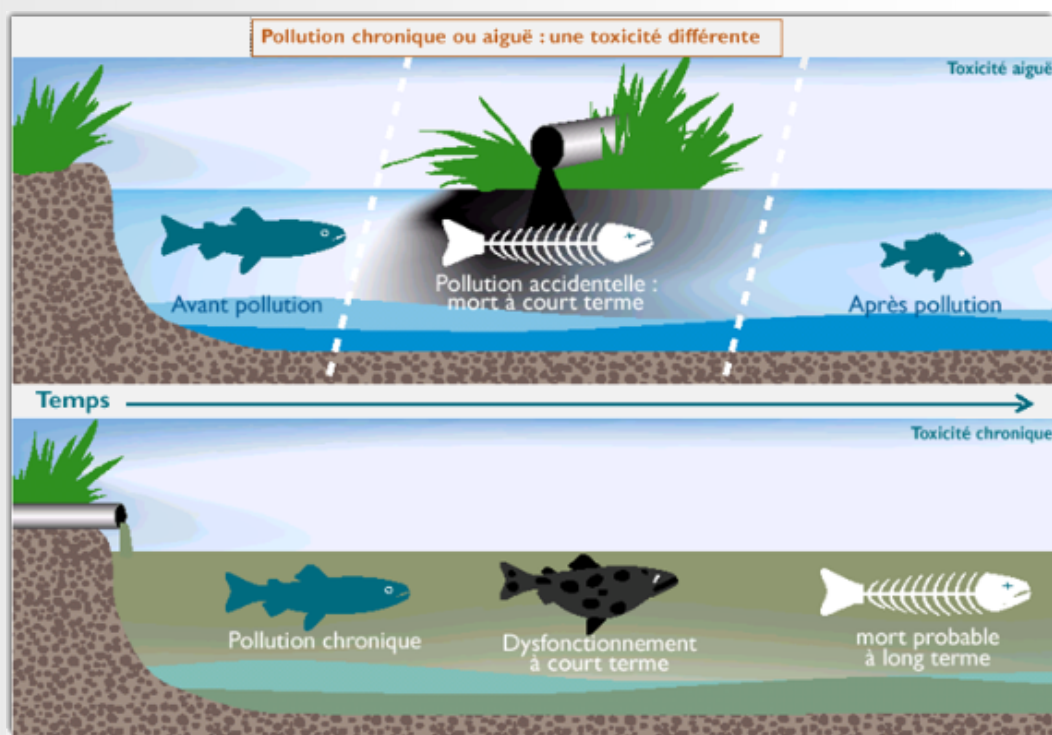
Fondamental

- Toxicité aiguë :

La toxicité aiguë se manifeste après une exposition très courte à une concentration élevée de substance toxique (la notion de concentration élevée est à relativiser, les polluants toxiques sont toxiques à des doses de l'ordre du microgramme par litre. La concentration conduisant à des effets toxiques aiguës est forte par rapport à celle conduisant à des effets toxiques chroniques). De ce fait, cette exposition entraîne généralement la mort de l'organisme exposé.

- Toxicité chronique

La toxicité chronique se manifeste après une exposition longue à une concentration faible de la substance toxique. La substance peut exprimer sa toxicité de différentes façons. Elle peut se bioaccumuler dans les tissus de l'organisme. Après un temps de latence suffisamment long, la concentration accumulée dépasse le seuil de toxicité chronique et les effets toxiques s'expriment. La substance peut également provoquer à de faibles concentrations de légers symptômes. Lorsque ces symptômes se prolongent dans le temps, ils entraînent un dysfonctionnement de l'organisme beaucoup plus important.



Toxicité aiguë et chronique

4. Comportement des xénobiotiques dans l'environnement

La plupart des polluants dispersés dans l'environnement sont instables. Divers processus abiotiques conduisent à la destruction des molécules et/ou à leur transformation en dérivés peu ou pas toxiques ou au contraire plus toxiques et persistant que la substance d'origine.

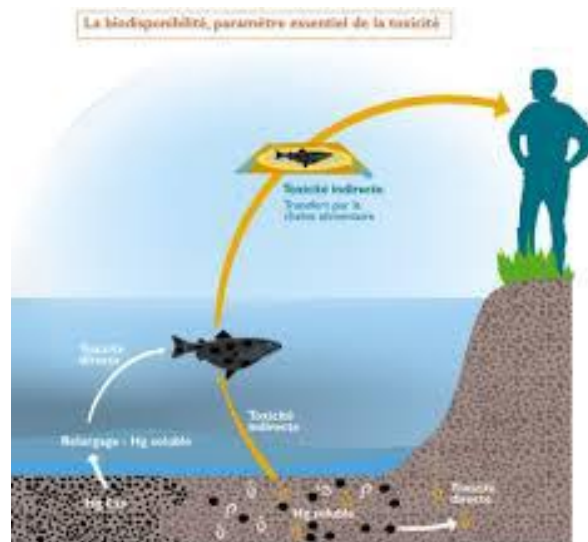
La photodégradation, due à l'effet direct des rayons UV qui cassent les molécules, la photolyse (décomposition hydro-lytique des molécules, catalysée par l'énergie lumineuse), l'hydrolyse ou l'oxydation, ainsi que les réactions acido-basiques pour les composés inorganiques, jouent un rôle prépondérant dans la dégradation.

4.1. Biodisponibilité :

Définition

La propriété d'un élément ou d'une substance d'atteindre les membranes cellulaires des organismes vivants.

“un changement de la biodisponibilité d'un polluant équivaut à un changement de toxicité”



Biodisponibilité.jpg

Remarque

Dépend du **statu physico-chimique** dans lequel se trouve un polluant et qui conditionne son écotoxicité.

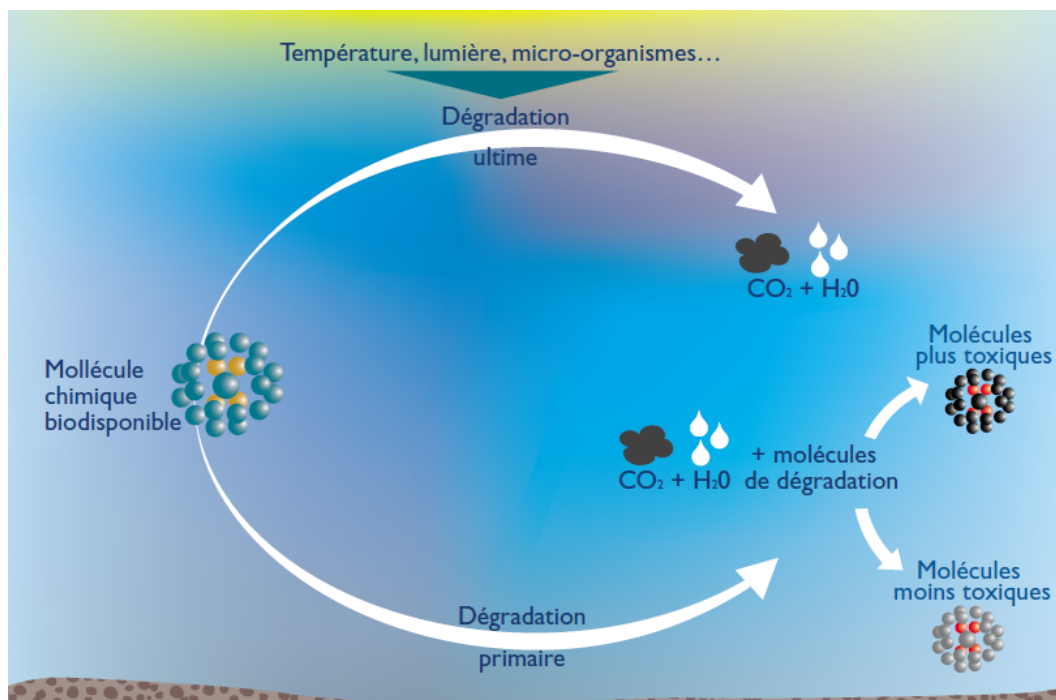
Un polluant biodisponible est un polluant auquel les organismes sont exposés.

4.2. La biodégradation

Définition

- La biodégradation est la dégradation effectuée par les êtres vivants (Bactéries, champignons, organes digestifs des animaux supérieurs...).

- Dégradation abiotique et biodégradation tendent plus ou moins rapidement à la minéralisation des composés organiques (transformation en eau, CO_2 et sels minéraux).



Dégradation primaire ou ultime : un risque différent

4.3. La persistance

🔑 Définition

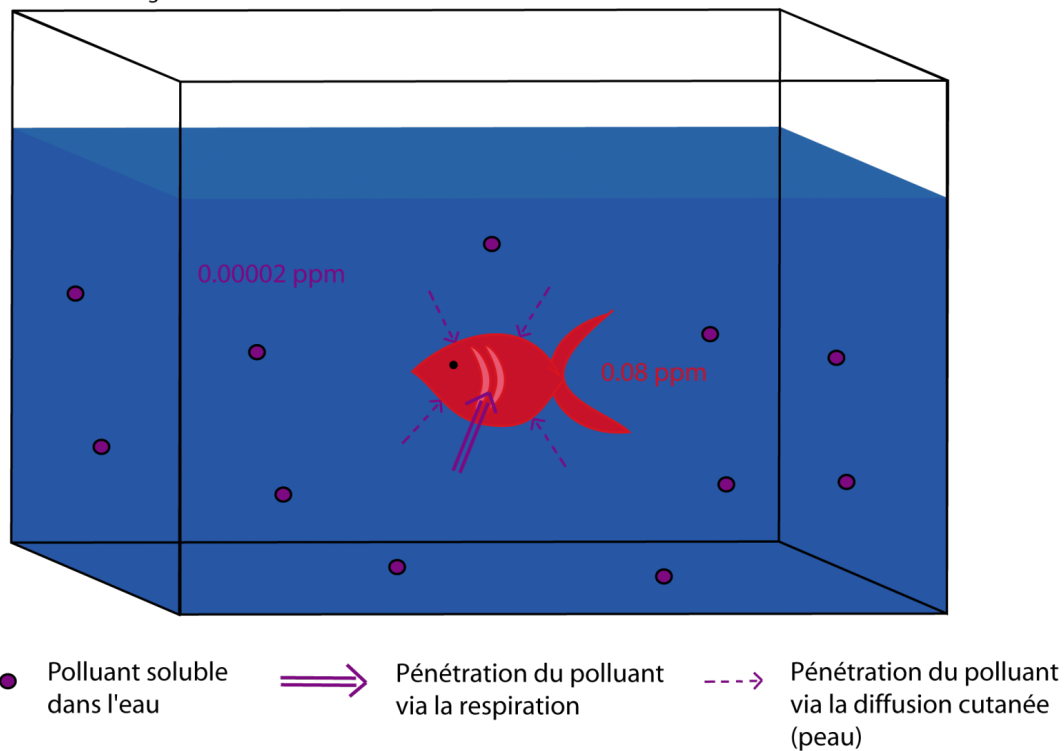
La persistance est la capacité d'une substance à rester dans un milieu sans être physiquement dégradée ni biodégradée ; elle est quantifiable par sa demi-vie ; notion à ne pas confondre avec la rémanence, temps pendant lequel elle garde un ou des effets visibles.

4.4. La bioconcentration

🔑 Définition

La bioconcentration est le phénomène par lequel des êtres vivants absorbent des substances présentes dans leur milieu (biotope), et les accumulent dans leur organisme à des concentrations supérieures à celles auxquelles elles se rencontrent dans le milieu naturel.

Ce milieu peut être l'eau ou le sédiment pour les organismes aquatiques (voir schéma de la bioconcentration) ou le sol et/ou l'air pour les organismes terrestres.



La bioconcentration

Complément : Facteur de concentration (Fc)

$$FC = \frac{\text{concentration du polluant dans l'organisme}}{\text{concentration du polluant dans l'environnement}}$$

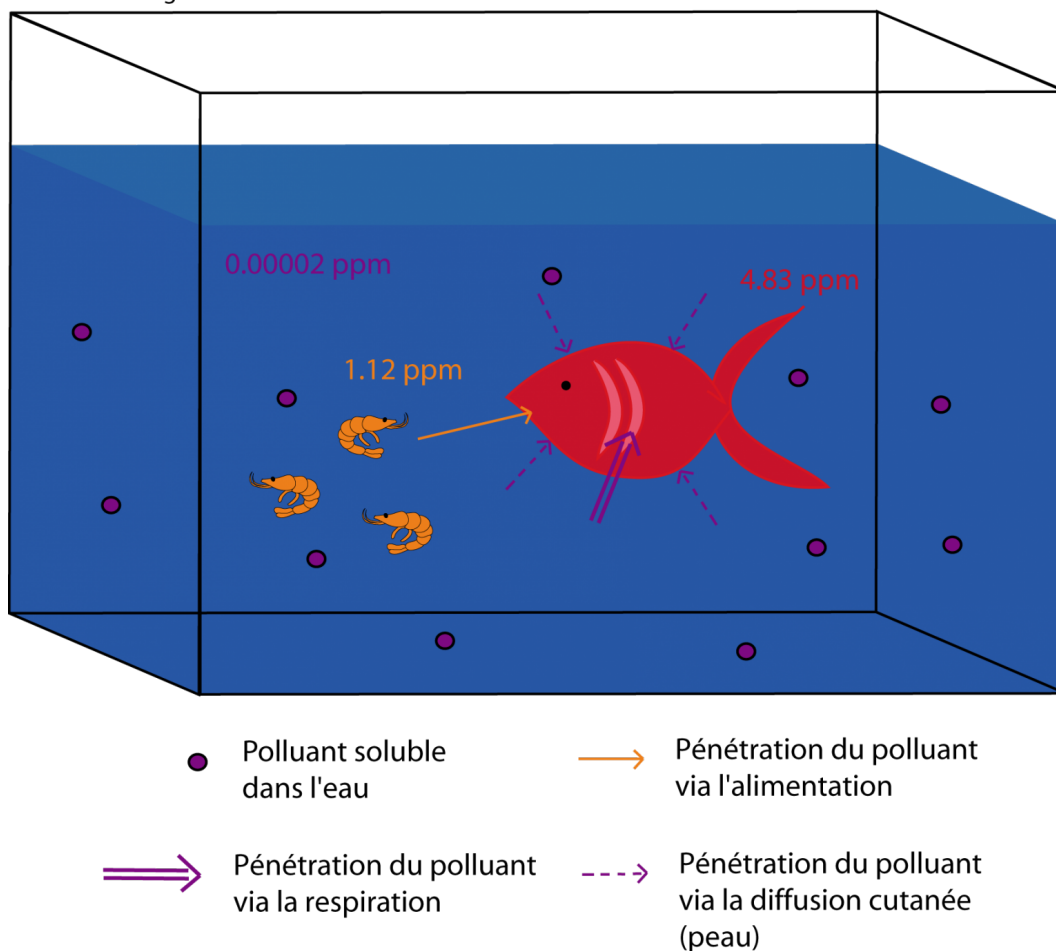
4.5. La bioaccumulation

Définition

La bioaccumulation est l'accumulation de substances toxiques dans les tissus des organismes vivants.

C'est le cas par exemple des toxiques cumulatifs qui vont s'accumuler dans les tissus des organismes et dont les effets toxiques ne se produiront que lorsque leur dose d'effets sera atteinte.

© Ecotoxicologie.fr

*La bioaccumulation*

4.6. La bioamplification

Définition

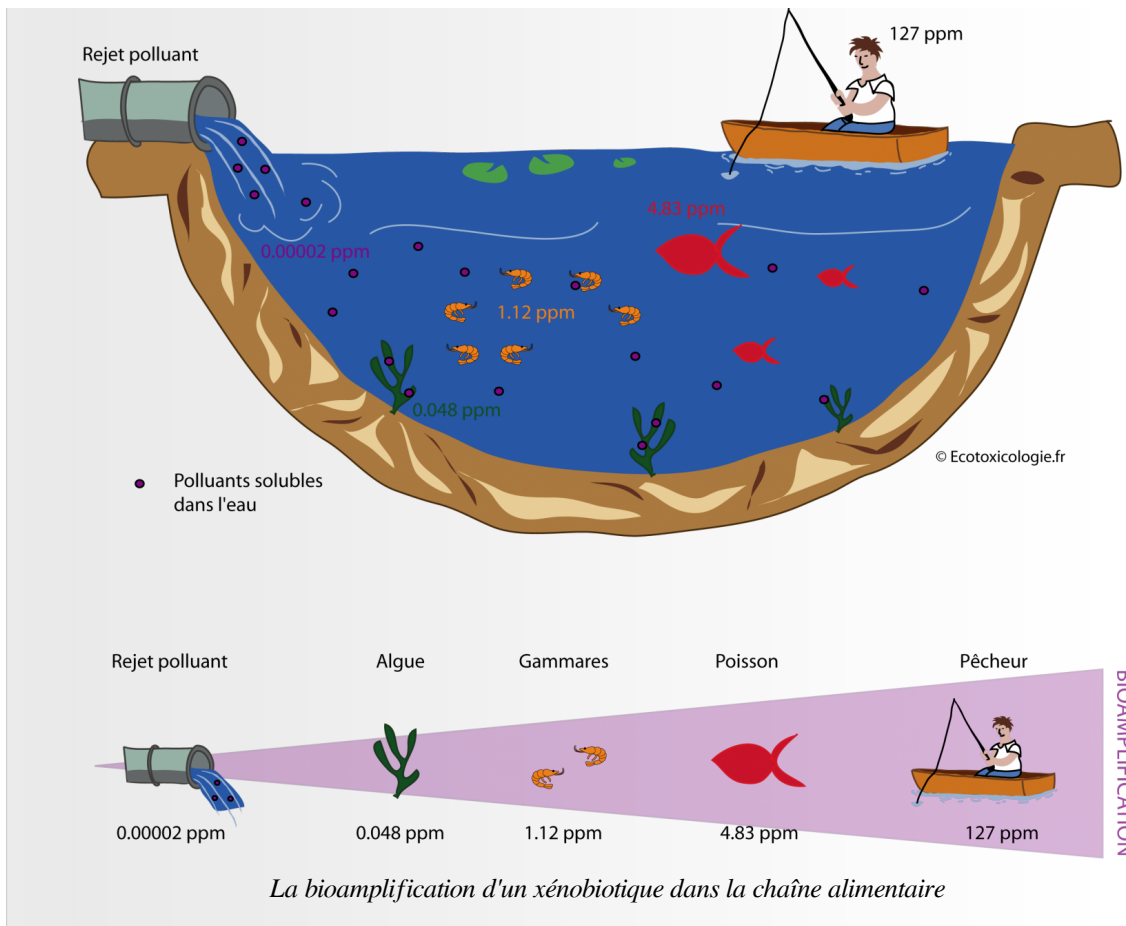
La bioamplification (ou bio-ampliation ou biomagnification) est le phénomène par lequel une substance présente dans un biotope voit sa concentration augmenter, au fur et à mesure qu'elle circule vers les maillons supérieurs d'une chaîne trophique.

Fondamental

Tous les êtres vivants habitants les différents niveaux trophiques ont la capacité de bioaccumuler dans leur organisme toute substance naturelle ou artificielle peu ou pas biodégradable dont les substances polluantes. De ce fait, il apparaîtra des phénomènes d'amplification biologique des polluants dans tout l'écosystème contaminé dû au phénomène de prédation.

En effet, les super prédateurs, situés au sommet de la pyramide trophique, qui présenteront les taux de concentration les plus élevés. Ce phénomène est dénommé bioamplification ou biomagnification des polluants qui désigne une accumulation progressive d'une substance via la chaîne alimentaire

Cf. "Bioaccumulation et bioamplification"



Exemple

Le calcul de facteur de bioconcentration (FC):

$FC_{\text{gammare}} = (\text{Concentration du polluant dans le gammare}) / (\text{Concentration du polluant dans l'eau})$

$FC_{\text{gammare}} = 1,12 \text{ ppm} / 0,00002 \text{ ppm} = 56\,000$

Remarque

il est possible qu'un contaminant puisse être bio-concentré ou bio-accumulé à l'échelle de l'organisme sans qu'il soit nécessairement bio-amplifié le long des chaînes alimentaires.

5. Comportement des xénobiotiques dans l'organisme

5.1. Les voies de pénétration des xénobiotiques

Fondamental

- Orale
- Pulmonaire
- Cutanée
- Oculaire
- Placentaire

5.2. Toxicocinétique

Définition

Le devenir d'un xénobiotique dans l'organisme est divisé en 4 phases (ADME)

1. **Absorption** (voies de pénétration) : Pénétration du xénobiotique dans l'organisme.
2. **Distribution** : Répartition du xénobiotique dans l'organisme.
3. **Métabolisme (Biotransformation)** : Biotransformation du xénobiotique (voire cours sur le métabolisme).
4. **Excrétion** : Elimination de l'organisme du xénobiotique et de ses métabolites.

Toxicocinétique et/ou Pharmacocinétique

5.3. Absorption

Définition

On appelle absorption le processus de pénétration d'un produit dans l'organisme. Il s'agit d'une étape importante, car, tant qu'il n'a pas pénétré dans la circulation sanguine, un produit ne peut causer d'action toxique systémique, c'est-à-dire à des endroits éloignés du point de contact initial.

Exemple

Divers facteurs peuvent influencer le processus d'absorption d'un produit : sa nature, sa solubilité, la perméabilité des tissus biologiques au point de contact, la durée et la fréquence de l'exposition, etc.

5.4. Distribution

Définition

Après avoir atteint la circulation sanguine, le produit peut être transporté dans tout l'organisme. C'est ce qu'on appelle la distribution.

 Complément

En plus de l'oxygène, de divers éléments nutritifs essentiels au fonctionnement de l'organisme et des déchets, le sang transporte aussi des toxiques. Ceux-ci peuvent alors entrer en contact avec des cellules et se fixer dans certains tissus. Ainsi, les pesticides organochlorés comme le DDT se concentrent dans les tissus adipeux. Ils peuvent y rester emmagasinés sans causer d'effets toxiques pendant une période plus ou moins longue. En revanche, ils peuvent causer des effets toxiques dans d'autres tissus ou organes où ils sont présents en quantités moindres.

 Remarque

La nature, l'intensité et la localisation de ces perturbations dans l'organisme diffèrent d'un produit à l'autre et dépendent souvent de la dose.

5.5. Métabolisme (Biotransformation) **Définition**

Pendant ou après son transport dans le sang, le toxique peut entrer en contact avec différentes cellules de l'organisme qui ont la capacité de le transformer.

L'ensemble des réactions de la transformation métabolique est appelée **biotransformation**, tandis que les produits de la **biotransformation** sont appelés **métabolites**. Il peut en résulter un produit moins toxique (**détoxification**) ou plus toxique (**activation**), l'accumulation ou l'élimination du produit et de ses métabolites.

 Complément

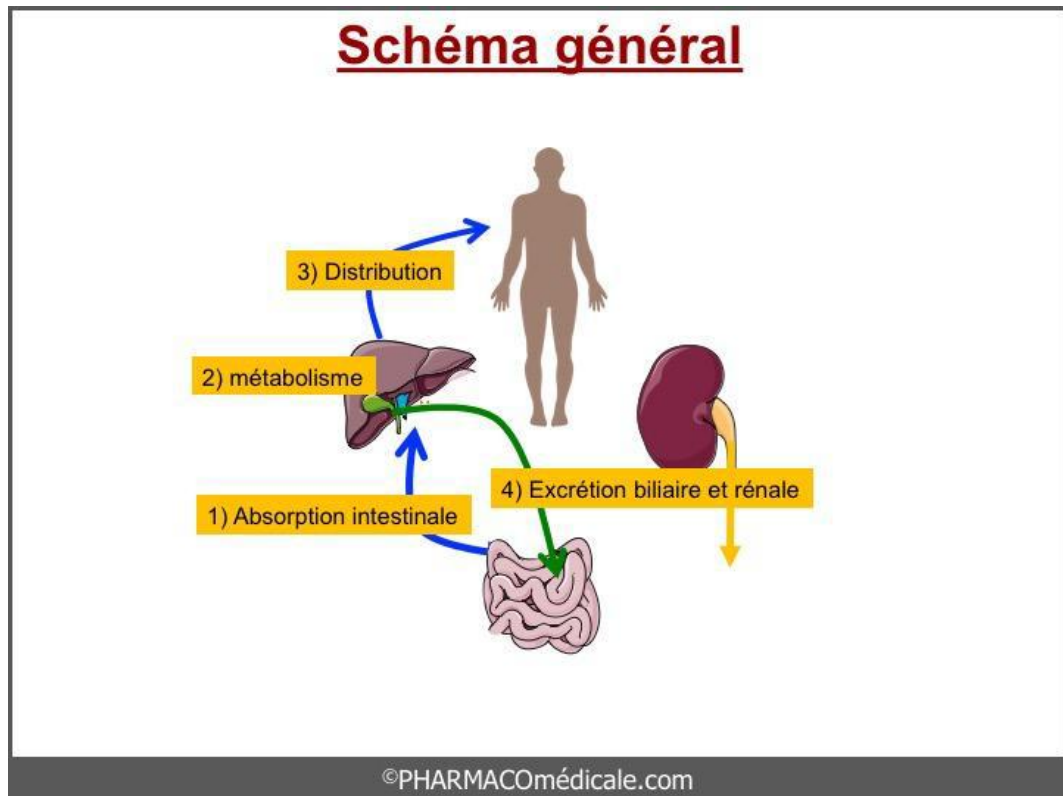
La transformation des toxiques est surtout effectuée par le foie, véritable laboratoire chimique de l'organisme, qui contient une multitude d'enzymes (substance protéique qui catalyse une réaction chimique dans l'organisme). Il enrichit le sang d'éléments nutritifs et le purifie en concentrant et en éliminant beaucoup de substances. D'autres organes tels que les poumons et les reins peuvent aussi transformer des toxiques

5.6. Elimination **Définition**

Ce processus consiste à rejeter le produit inchangé ou ses métabolites à l'extérieur de l'organisme. L'excrétion peut se faire par **voie rénale** (l'urine), **gastro-intestinale** (les selles), **pulmonaire** (l'air expiré), **cutanée** (la sueur) ou **lactée** (le lait).

 Exemple

Le sang transporte de nombreux produits vers les reins, dont plusieurs déchets provenant du métabolisme. Les reins filtrent le sang, remplissant ainsi une fonction essentielle au maintien de l'équilibre des éléments sanguins et assurent l'élimination de nombreux produits.



Pharmacocinétique, toxicocinétique

6. Exercice : Évaluation n° 1

Exercice : Comportement des xénobiotiques dans l'environnement

La persistance est la capacité d'une substance à _____ dans un milieu sans être physiquement _____ ni _____ ; elle est quantifiable par sa _____.

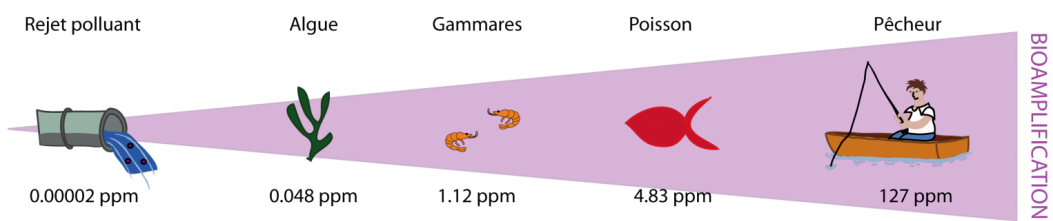
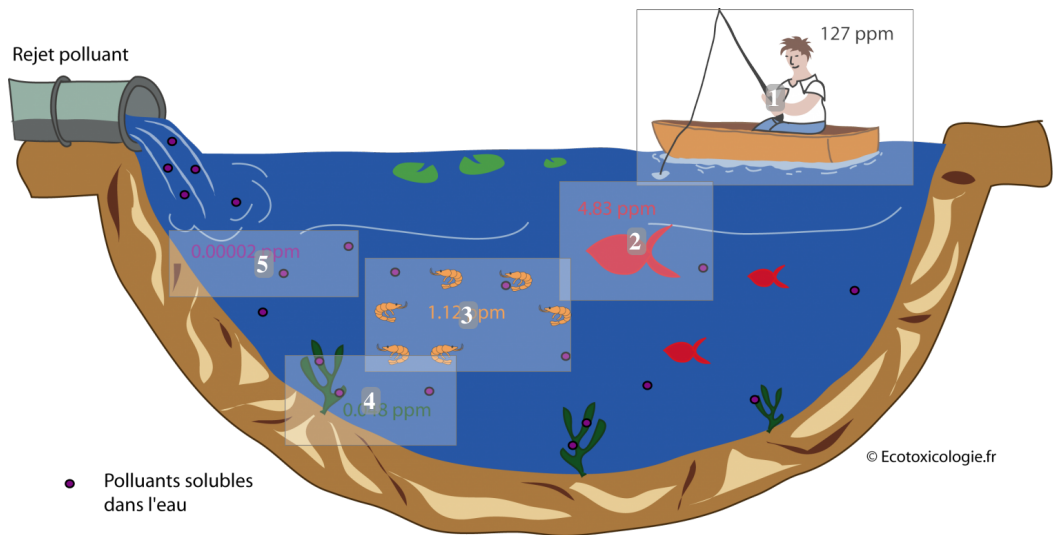
Exercice : Comportement des xénobiotiques dans l'environnement

La biodégradation ultime est

- ☐ Une dégradation complète
- ☐ Une dégradation incomplète
- ☐ Conduit à l'élimination du polluant

7. Exercice : Évaluation n° 2

Quels niveaux trophiques représentent la bioamplification



La bioamplification d'un xénobiotique dans la chaîne alimentaire