

TD n°1: 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.

-Facteur de concentration (F_c) :

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

-Facteur de transfert (F_t) :

$$F_t = \frac{[N.T_{n+1}]}{[N.T_n]}$$

2. Transfert des polluants dans les réseaux trophiques

En réalité, tous les êtres 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 | | |
| Eau de surface | 0 | 0,014 | | |

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 µg/L** (**Tableau 2**). 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).

Tableau 2 : Concentrations ($\mu\text{g}/\text{kg}$) 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 ($\mu\text{g}/\text{kg}$) |
|-----------------------------------|------------------|---|
| <i>Microphytoplankton</i> | I | 4500 |
| <i>Meganyctiphanes norvegicus</i> | II | 620 |
| <i>Sergestes arcticus</i> | III | 470 |
| <i>Pasiphaaea sivada</i> | III | 210 |
| <i>Myctophus glacialis</i> | IV | 50 |
| Eau de surface | 0 | 0,0025 |

Plan du Compte rendu de TD

1. Objectifs

-Le TD vise **a/** la caractérisation de la toxicité d'un contaminant à travers sa fiche technique (recherche internet), **b/** l'évaluation de cette contamination en prenant un exemple de chaîne alimentaire par le calcul d'indices (facteur de bioconcentration et facteur de transfert) et **c/** discuter des résultats par rapport à la littérature (écriture bibliographique à maîtriser).

2. Principes

-Prendre un exemple d'une chaîne alimentaire contaminée dans un compartiment donné (air, eau, sol).
-Caractériser le contaminant (fiche technique donne les caractéristiques physico-chimique et toxicologiques).
-Présenter les bioteneurs indispensables à l'appréciation de la contamination de cette chaîne alimentaire.

3. Résultats et interprétations

-Présentation brève du contaminant (nature, sources, toxicologie, dégradation et risques environnementaux).
-Présentation des tableaux de données des concentrations dans le milieu et les organismes des différents niveaux trophiques en s'inspirant du TD précédent.
-Calcul des différentes bioteneurs (BCF et Ft) et interprétation en s'appuyant sur la bibliographie.

4. Conclusion

-L'essentiel sur le contaminant et les observations sur la contamination de cette chaîne alimentaire (bioaccumulation ?).

5. Références bibliographiques

-Ecriture conventionnelle des références: Journal et livres en particulier slon le cas un auteur, deux auteurs et plus de deux auteurs, référence de citation et référence d'appui (la webographie est à limiter).

-Donner des exemples d'écritures pour chaque situation.

1. Objectifs du TD

4. Conclusion