

Chapitre 2 - DEVENIR DES POLLUANTS DANS L'ENVIRONNEMENT :

-Exemple d'une « substance polluante naturelle » : le sel

Le sel est en effet présent à l'état naturel dans l'eau de mer. Cependant, on peut considérer qu'il s'agit d'une pollution puisqu'il se retrouvera en plus grande quantité qu'à l'état naturel.

Il a ainsi été démontré qu'une augmentation de la salinité des eaux a des conséquences néfastes sur la plante à fleurs aquatique posidonie, dès 38,4 g/l. Des usines de dessalement fonctionnent afin de transformer l'eau de mer en eau douce pour être consommée.

Par exemple, l'usine de Jebel Ali, située aux Emirats Arabes Unis, produit 900 000 m³ d'eau douce par an.

Exemples de « substances polluantes artificielles » (dite d'origine anthropogénique):

Ce sont des substances créées et introduites dans l'environnement par l'activité humaine. Les exemples sont innombrables :

- **les pesticides** : appliqués sur les cultures, on les retrouve notamment dans les sols et les rivières (ex: DDT, diuron, etc.)
- **les PCB (Polychlorobiphényles)**: ces produits ont été massivement utilisés des années 1930 aux années 1970 comme lubrifiant pour la fabrication des transformateurs électriques, condensateurs, ou comme isolateurs dans des environnements à très haute tension (THT) en raison de leur relative ininflammabilité et de leurs excellentes caractéristiques diélectriques.

Ces composés se sont accumulés dans les sédiments de cours d'eau et sont notamment à l'origine de l'interdiction de la consommation de poissons pêchés.

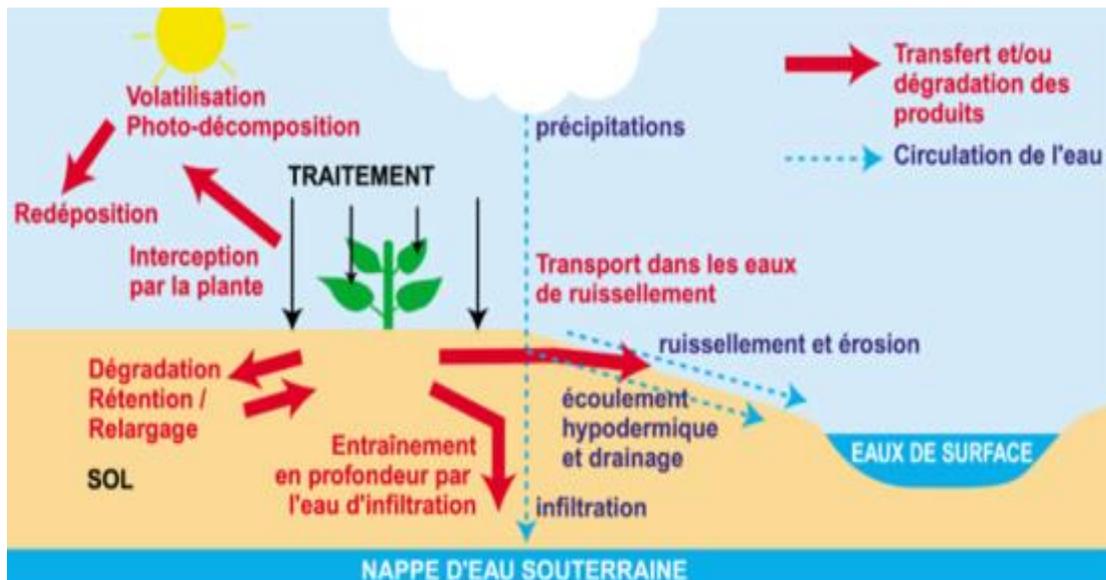
- **les CFC (Chlorofluorocarbones)**:

ces produits, anciennement utilisés, notamment dans les réfrigérateurs, détruisent la couche d'ozone et sont également des gaz à effet de serre.

2- Comment un polluant contamine-t-il l'environnement?

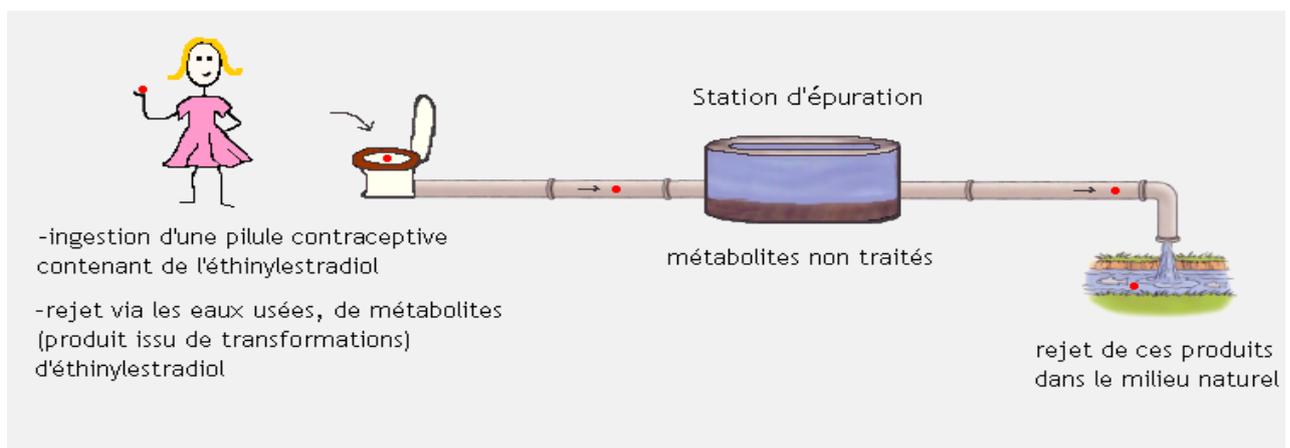
-d'un polluant directement introduit dans l'environnement: un pesticide

Un polluant peut se disperser très rapidement dans les différents compartiments de l'environnement. Si on s'intéresse aux pesticides par exemple, bien qu'ils soient appliqués sur une culture, on les retrouve également dans les sols, dans les rivières et dans l'air, comme le montre le schéma suivant :



Le pesticide se disperse dans le sol, dans les cours d'eau (eau de surface) où il est entraine par ruissellement, dans les nappes phréatiques par infiltration (à cause de a pluie) et dans l'air par volatilisation où il peut etre dégrad' (photo-decomposition) et/ ou redéposé à un autre endroit.

-Exemple d'un polluant introduit indirectement dans l'environnement: l'éthinylestradiol,
hormone de synthèse présente dans la pilule contraceptive



3- Devient le polluant une fois dans l'Environnement :

Le polluant se répartit selon ses propriétés et selon les conditions du milieu :

- un produit faiblement soluble dans l'eau aura tendance à s'accumuler dans les sédiments (= le fond des cours d'eau) ou encore à flotter en surface (cas des hydrocarbures).

- un polluant soluble sera plutôt réparti dans la colonne d'eau de la rivière (par exemple le dioxyde de soufre SO₂).

Une fois le polluant dans l'environnement :

- il peut être rapidement dégradé ou au contraire persister dans l'environnement.

ex : les PCB (Polychlorobiphényles) qui ont pollué de nombreux cours d'eau français tels que le Rhône ou la Moselle sont très persistants (= faiblement biodégradables).

En clair, cela signifie que l'activité biologique (notamment les microorganismes) ainsi que la décomposition chimique ne dégrade que très lentement le composé. Les temps de demi-vie (temps pour lequel la moitié du composé est dégradé) des différentes sortes de PCB sont ainsi compris entre 94 jours et 2700 ans.

A l'inverse, si on prend l'exemple d'un autre polluant, le toluène, un hydrocarbure utilisé dans l'industrie chimique, son temps de demi-vie est de seulement 28 jours (il est donc assez rapidement dégradé dans l'environnement)

- il peut se transformer ou se combiner avec d'autres composés et devenir plus ou moins toxique que la forme initiale.

ex : le pesticide DDT peut être transformé en DDE par l'activité microbienne dans l'environnement; le DDE est un composé encore plus toxique que le DDT

- il peut être « piégé » et ne pas contaminer les organismes vivants ou au contraire être « disponible » et les contaminer : ce concept se nomme la biodisponibilité.

ex : un sol peut être fortement contaminé en métaux lourds sans pour autant que ces polluants soient dangereux pour la faune du sol (ex: vers de terre) si ces métaux ne sont pas biodisponibles, c'est à dire non assimilables par les organismes vivants.

C'est le cas si les polluants sont adsorbés (=collés) très fortement à la surface des particules du sol. En revanche, si ces mêmes polluants sont dissous dans l'eau présente entre les particules du sol, alors ils sont biodisponibles et potentiellement dangereux pour la faune locale

Les polluants entrant dans l'environnement sont soumis à des processus de dégradation qui diffèrent suivant les compartiments de l'écosystème et sont transportés entre ces compartiments

- Les composés amenés au contact des biota, et en particulier de la microflore, peuvent être transformés, dégradés, minéralisés ou bioaccumulés
- Les composés dans l'air sont soumis à l'oxydation et à la photolyse.

- Les composés dans la phase aqueuse sont soumis à des décompositions chimiques par oxydation, hydrolyse et, dans la zone photique, par photolyse.
- Les composés dans le sol ou le sous-sol peuvent aussi être dégradés par des processus abiotiques.

En fonction des propriétés physico-chimiques des composés, les échanges entre les différents compartiments des écosystèmes sont plus ou moins rapides et se font par: dissolution (air -> eau et sol -> eau); volatilisation (sol -> air et eau -> air); et ingestion (air, sol, eau -> biota).

4- La **bioaccumulation**

Est l'accumulation d'un contaminant dans les tissus d'un organisme vivant à la suite de son absorption à partir de son milieu de vie ou de sa consommation de proies contaminées.

Il y a bioaccumulation quand un organisme absorbe un contaminant plus vite qu'il ne l'élimine.

Il existe deux types de bioaccumulation:

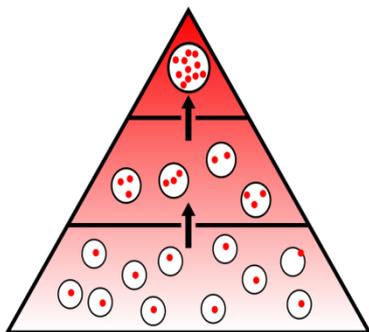
- la bioconcentration
- la bioamplification

1- La **bioconcentration** : c'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.

La bioconcentration est 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 : concentration du mercure par les poissons.

2- La **bioamplification** est l'**absorption** d'un contaminant et son **accumulation** dans les tissus des organismes vivants à la suite de l'**ingestion d'espèces du niveau trophique précédent**.

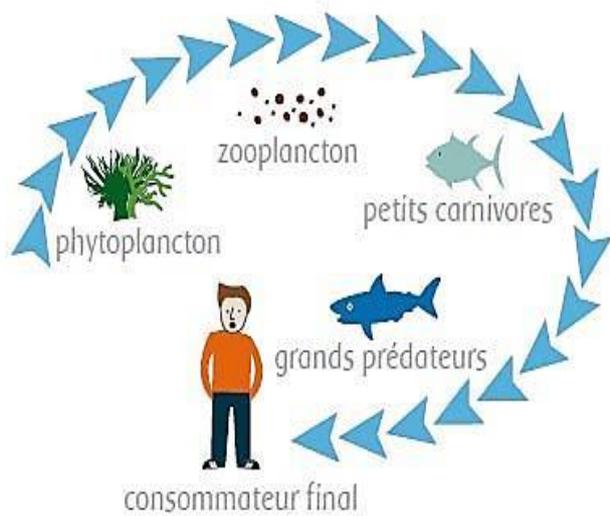
La bioamplification est une forme de bioaccumulation indirecte:



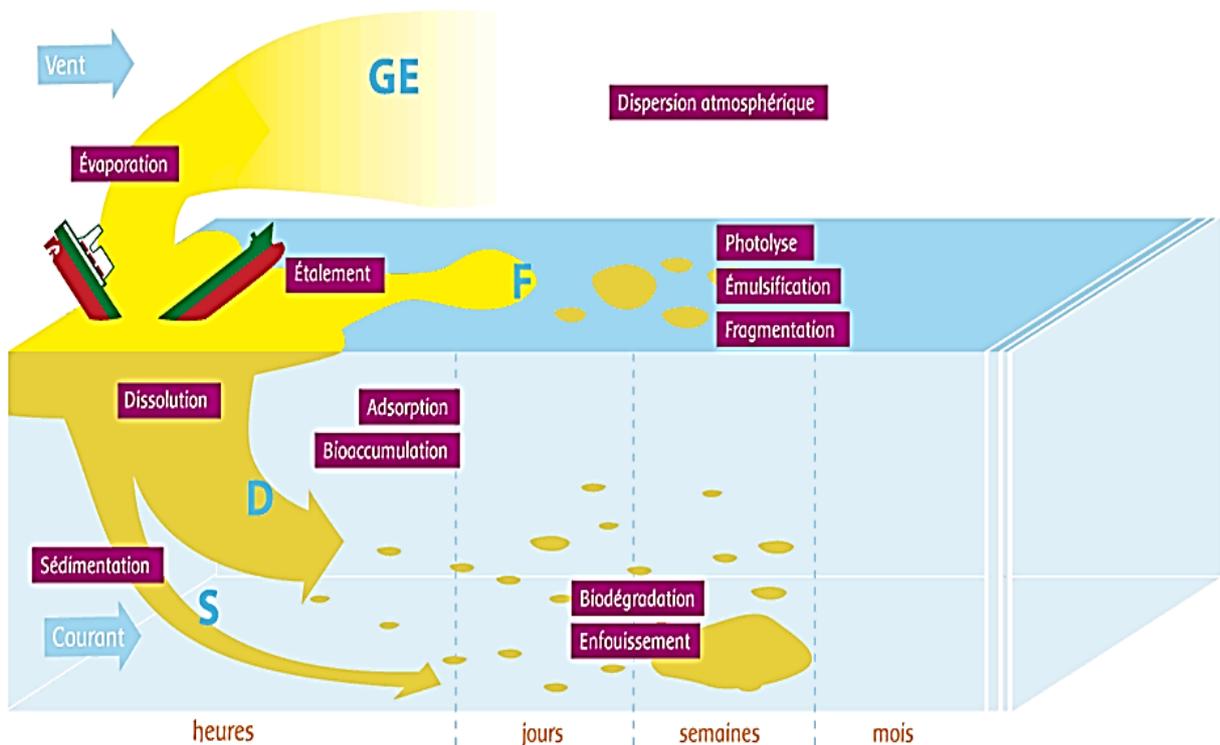
Exemple 1 : Bioaccumulation du mercure

Dans les zones polluées, lorsqu'il est présent dans l'eau de mer, le mercure est capté par le plancton.

Il passe ensuite dans la chair des petits carnivores qui consomment le plancton puis dans celles des grands prédateurs comme le thon. L'homme, qui est le consommateur final, mange alors des poissons à forte teneur en mercure



Exemple 2 : Devenir des produits chimiques milieu marins



Les produits gazeux (G) et évaporants (E) vont se disperser dans l'atmosphère.

Les produits flottants (F) vont s'étaler en surface et former une nappe. Puis, sous l'action des vagues et des courants, ils vont former des aérosols ou bien se fragmenter en plaques de plus en plus petites et/ou former une émulsion avec l'eau de mer (émulsification), ou encore parfois se disperser naturellement.

Ils peuvent aussi subir une [oxydation*](#) sous l'effet des rayonnements solaires (photolyse). Les produits solubles (D) vont se diluer dans la [colonne d'eau*](#), ce qui entraînera une diminution de leur concentration et donc de leurs effets.

Ils peuvent ensuite être dégradés par la lumière du soleil (photolyse) ou bien par des micro-organismes (biodégradation).

Il arrive aussi qu'ils se fixent sur des particules organiques ou minérales en suspension (adsorption) ou bien qu'ils s'accumulent progressivement dans les organismes vivants ([bioaccumulation*](#)).

Les produits coulants (S) vont, dans un premier temps, se déposer sur le fond. Ils peuvent par la suite être enfouis par des mouvements sédimentaires ou bien repasser dans la colonne d'eau (dissolution).

5- Effets létaux et sub létaux

Des effets létaux, c'est-à-dire une mortalité des individus due à l'interruption d'une ou plusieurs de leurs fonctions vitales ;

Des effets sublétaux qui se traduisent par une diminution de certaines capacités des individus (reproduction, respiration, alimentation).

Ces effets compromettent alors sérieusement le maintien de la population. C'est typiquement le cas des pollutions marines au [tributylétain*](#) qui entraînent une masculinisation des bigorneaux ; et

des effets secondaires comme par exemple l'altération des propriétés [organoleptiques*](#) de la chair des animaux ou des tissus végétaux utilisés pour la consommation humaine.

À titre d'exemple, une concentration de 5 mg de [styrène*](#) par kilogramme de chair de crabe peut être détectée olfactivement

6- Déséquilibre des écosystèmes

La pollution peut être responsable d'effets : pour les écosystèmes :

- **effet aigu**, lorsque le toxique est introduit brutalement à une concentration élevée dans le milieu; on observe un déséquilibre brusque de l'écosystème, avec mortalité

massive d'un grand nombre d'organismes appartenant à des niveaux trophiques différents.

- **effet chronique**, lors d'exposition à des concentrations faibles mais prolongées. On observe alors une modification progressive de l'écosystème, qui pourra au final entraîner des changements aussi graves qu'un accident aigu.

L'action écotoxicologique d'un polluant dépend de sa concentration et de la durée de l'exposition, On peut craindre

6-1 Des effets démoécologiques : à l'échelle de la population

Une pollution provoque généralement, plus ou moins brutalement, la mort d'un certain nombre d'individus des populations sensibles.

Cependant, ces **populations** ne seront pas forcément décimées.

En effet, il est fréquent que tous les individus d'une population n'expriment pas toutes leurs capacités, en particulier reproductrices, en raison d'un effet de masse et de phénomène de compétition intraspécifique.

Il peut donc y avoir une réponse au polluant par augmentation du taux de survie ou du taux de reproduction chez les individus dont les performances n'auront pas été altérées.

Il peut alors se manifester une action sélective sur les individus, aboutissant à la sélection d'un phénotype particulier.

Les effets à moyen ou long terme conduisent souvent à une baisse de croissance des populations les plus sensibles, en raison de perturbation de la fécondité ou de la fertilité et de l'augmentation de la mortalité juvénile.

C'est l'exemple classique du *mélanisme industriel* sur la phalène du bouleau :

le développement industriel a facilité la disparition des papillons de teinte claire, car ils étaient plus facilement visibles par leurs prédateurs sur les troncs et branches noircis par la fumée.

Les insectes de couleur sombre se sont en revanche multipliés et les populations de phalènes n'ont finalement plus compté que des papillons foncés.

Les populations à fort degré *d'hétérogénéité démographique ou génétique* résistent beaucoup mieux à la pollution que les populations homogènes.

6-2 Des effets biocoenotiques : sur l'ensemble de la communauté

L'effet toxique direct sur une ou plusieurs populations peut avoir des répercussions directes sur toute la biocénose, en raison des interactions multiples entre les espèces.

La pollution peut ainsi entraîner

- **une modification de la pression alimentaire sur les producteurs** : Le plus souvent par augmentation de la sensibilité des végétaux aux consommateurs primaires. Ainsi, par exemple, les insectes attaquent plus facilement les plantes exposées au dioxyde soufre (SO₂); la pollution atmosphérique peut donc favoriser la pullulation des ravageurs.
- **une réduction de la biodiversité** : L'élimination directe des espèces les plus sensibles entraîne la disparition de leurs prédateurs. Si les prédateurs sont touchés d'abord, il s'ensuivra une pullulation des espèces proies

* **un effet sur les successions végétales ou animales** : L'exposition permanente à un polluant toxique maintiendra la communauté à un stade juvénile et non climacique, où seules les espèces les plus tolérantes pourront survivre.

- **un effet sur la dominance** : Les espèces spécialisées sur le plan alimentaire sont plus affectées que les généralistes
- **une perturbation de la décomposition des matières organiques et du cycle des éléments**, par action directe sur les bactéries et les invertébrés saprophages

L'impact sur la biocénose peut se caractériser du point de vue numérique et du point de vue fonctionnel :

* **caractérisation numérique** : indice d'abondance et de fréquence des espèces, Mais ces indices ne reflètent pas le fonctionnement.

- **caractérisation fonctionnelle** : étude des modifications des relations intra et interspécifiques : compétition-prédation-coopération. Etude de la constance et de la dominance

EXEMPLE : Les produits chimiques ont également des effets indirects sur l'environnement qui se traduisent à l'échelle des populations et non plus seulement des individus.

La structure et la productivité des écosystèmes peuvent ainsi être perturbées. Cela peut par exemple aboutir à une modification des espèces dominantes ou à une diminution, voire une perte, de la biodiversité. Les produits chimiques impactent également tous les maillons de la chaîne alimentaire, du plus petit (plancton) au plus gros (baleine).