

## Cours 1 : Généralités sur l'écotoxicologie

### 1. Définition de l'écotoxicologie

L'écotoxicologie est une jeune discipline, apparue après la toxicologie et reprenant ses méthodes, mais en les élargissant au champ de l'environnement des humains et de la biosphère tout entière. Elle est issue de la « toxicologie de l'environnement » apparue peu après la Seconde Guerre Mondiale, qui se souciait de l'impact des rejets toxiques sur l'environnement. Le terme apparaît en 1969 sous la plume du toxicologue René Truhaut.

La toxicologie classique limite ses études aux organismes. L'écotoxicologie tente de mesurer l'impact des substances chimiques, physiques ou biochimiques, non seulement sur les individus mais aussi sur les populations et les écosystèmes entiers et sur les équilibres dynamiques qui les caractérisent.

L'écotoxicologie est une discipline située à l'interface entre l'écologie et la toxicologie, née de la reconnaissance du fait qu'un nombre croissant de toxines ont contaminé et continuent à contaminer toute ou une partie de la biosphère et pour certains interagissent entre eux et avec le vivant.

Cette discipline scientifique étudie le comportement et les effets d'agents « *polluants* » sur les écosystèmes, qu'il s'agisse d'agents d'origine artificielle (incluant médicaments, perturbateurs endocriniens...) ou d'agents naturels dont l'homme modifie la répartition et/ou les cycles dans les différents compartiments de la biosphère. Parmi les premiers objectifs de l'écotoxicologie figurent la connaissance et la prévention, mais il est aussi de plus en plus demandé aux écotoxicologues d'aussi prévoir (prospective) les effets de pollutions les risques associés.

### 2. Objectifs de l'écotoxicologie:

Dès sa naissance à la fin des années 1960, l'Écotoxicologie avait deux objectifs;

- d'une part, et d'abord, de connaître le devenir des polluants et leur impact sur l'environnement,
- d'autre part, et ensuite, de développer des méthodes d'essais (ou des tests) pour détecter, contrôler et prédire ces impacts. En récapitule, les objectifs sont:

- Étudier les processus de contamination des milieux.
- Évaluer les effets des polluants à l'égard de la structure et du fonctionnement des systèmes naturels.
- Obtenir des informations et des données sur les causes et les conséquences (immédiates et différées, et éventuellement synergiques, toxicité chronique et/ou aigue, etc.) de l'introduction de polluants dans la biosphère.
- Développer des principes empiriques (ex : tests standardisés) et théoriques pour améliorer la connaissance du comportement et des effets des produits chimiques dans les systèmes biologiques.
- Valider et améliorer les procédures de « monitoring » des toxiques environnementaux, et de monitoring de leurs effets, via par exemple le suivi d'« espèces sentinelles », bioaccumulatrice, ou bioindicatrices et de manière plus complexe et large via l'évaluation de la richesse spécifique et d'indices de diversités biologiques.

Le toxicologue cherche donc à caractériser le risque écotoxicologique via :

- Le danger d'une substance; évalué par des études de toxicité (aiguë ou chronique, intrinsèque...).
- Le danger des produits et l'établissement de seuils relatifs pour les substances à effets toxiques.

### **3. Les premières études d'écotoxicologie**

#### **3.1. La maladie Itaitai**

La maladie Itaitai, apparue dès 1912 dans la province de Toyama (Honshu) au Japon, en raison d'une intoxication au cadmium liée à l'exploitation de la mine Kamioka. Cette maladie chez la population locale à cause des violentes douleurs aux articulations et à la colonne vertébrale. La maladie Itaitai provoque un ramollissement des os et une insuffisance rénale.

#### **3.2. La maladie de Minamata**

Pendant des décennies, les usines chimiques de la société Shin Nippon Chisso ont déversé du méthylmercure dans les eaux de la baie de Minamata, un port situé sur l'île Kishu au Japon. Ce polluant a ainsi contaminé l'eau et les fonds marins et par la suite les poissons, puis les pêcheurs et leur famille qui s'en nourrissaient. Cette contamination a entraîné des troubles du système nerveux

et des malformations chez les nouveau-nés. Le tableau clinique est celui d'une encéphalopathie diffuse avec atteinte du cervelet avec les symptômes suivants : troubles mentaux, difficultés d'élocution, ataxie, paralysie, convulsions, réduction du champ visuel, difficultés de l'audition et, dans les cas les plus graves, coma convulsif suivi de mort.

#### **4. Champs de recherche**

1. L'écotoxicologie a depuis sa naissance travaillé parallèlement à la compréhension des impacts de toxique ou de cocktails de toxiques sur des individus et populations, à partir de la pollution d'un ou plusieurs milieux et/ou des réseaux trophiques.
2. Les écotoxicologues se sont d'abord intéressés aux impacts des polluants classiques (chimiques), puis, plus récemment, de polluants tels que la radioactivité, les transgènes, etc..
3. Les sources de pollutions les plus étudiées sont l'industrie, la production d'énergie, les transports, les déchets et leur gestion ainsi que l'agriculture moderne (engrais, pesticides, émanations eutrophisants, gaz à effet de serre...).
4. Les modes d'action des polluants dans l'environnement, dont sur la santé, la croissance, la productivité biologique, la santé reproductive, le potentiel biotique, les mutations, les relations prédateur/proie, les symbioses et mutualismes, etc.
5. Les résistances naturelles ou stratégies des organismes et populations face aux toxiques (tolérance, résistance, phénomènes de détoxification...) Les polluants dispersés en petites quantités, mais de manière chronique, et les synergies entre polluants sont deux domaines dont les enjeux sont particulièrement importants pour l'écotoxicologue.
6. Cycle biogéochimique des polluants, et circulation dans les réseaux trophiques, et leur devenir dans la nécromasse, selon leur biodégradabilité et durée de demie-vie.

##### **1.1. Définition de la pollution**

La pollution est une dégradation de l'environnement par l'introduction dans l'air, l'eau ou le sol de matières n'étant pas présentes naturellement dans le milieu. Elle entraîne une perturbation de l'écosystème dont les conséquences peuvent aller jusqu'à la migration ou l'extinction de certaines espèces incapables de s'adapter au changement.

Le terme **polluant** a été défini comme un altérage (élément) biologique, physique ou chimique, qui au-delà d'un certain seuil ou norme, développe des impacts négatifs sur tout ou partie d'un écosystème ou de l'environnement en général.

## 5. Principales causes de la pollution

De nos jours, les principales causes de pollution de l'environnement proviennent essentiellement de :

### a) la production et de l'utilisation des diverses sources d'énergie

Actuellement, la consommation globale d'énergie a continué de croître avec l'augmentation de la consommation du charbon, du pétrole et du gaz naturel.

La masse totale d'énergie fossile brûlée en 2000 est équivalente à 11% de la quantité totale d'énergie solaire fixée chaque année par la photosynthèse par l'ensemble des producteurs primaires présents dans les écosystèmes continentaux. Les principaux aéropolluants produits par les combustions sont le  $\text{SO}_2$  et les  $\text{NO}_x$  dont résultent les pluies acides, les smog photochimiques et les particules solides

### b) La diversification des polluants chimiques et l'accumulation des déchets

Depuis la fin de la seconde guerre mondiale, la chimie organique a mis à notre disposition une multitude de nouvelles molécules de synthèse. On estimait dans les années 1990 que 120 mille molécules étaient commercialisées dans le monde et que chaque année étaient mises sur le marché de 500 à 1000 substances chimiques nouvelles. L'important développement industriel dans le monde s'est traduit par un accroissement des rejets industriels qui peuvent être à l'origine de différents types de pollution de l'environnement, ils se répartissent généralement en trois catégories :

- Les déchets industriels banals (DIB), inertes et non dangereux compte tenu de leurs caractéristiques physicochimiques. Ils sont assimilables aux déchets ménagers et traités dans les mêmes conditions (cartons, bois, etc.)
- Les déchets inertes, ne présentent pas de risques particuliers de pollution. Ils proviennent des secteurs du bâtiment et des travaux publics (démolition, chantiers d'infrastructure, etc.)
- Les déchets industriels spéciaux (DIS) qui contiennent des éléments toxiques.

**c) Pollutions dues à l'agriculture et l'élevage intensif**

Une dernière cause majeure de pollution de la biosphère tient au développement d'un modèle d'agriculture et d'élevage réputés modernes. L'usage en agriculture intensive des pesticides de synthèse (insecticide, fongicide, herbicide) et la fumure minérale par apport de fertilisants azotés, de phosphate et de sels de potasse conduit à des progrès spectaculaires dans le rendement des cultures. En effet, ces produits, en plus des excréments des animaux d'élevage, génèrent une pollution insidieuse des eaux superficielles ou littorales et des nappes phréatiques.