

Principaux effets physio toxicologiques induits par l'exposition aux polluants

L'action des substances toxiques sur les êtres vivants peut se traduire par une grande diversité de conséquences physio toxicologiques.

Les modalités d'action des substances toxiques sur les êtres vivants quel que soit le règne ou elles appartiennent, peuvent se répartir en deux groupes :

- Les effets somatiques constituent un premier groupe et désignent ceux qui affectent une ou plusieurs fonctions de la vie végétative ou de la relation (chez les animaux), qu'ils ressortent de la toxicologie aigue, et chronique.
- Les effets germinaux concernent toute perturbation de la fonction reproductrice des individus intoxiqués ou tout action affectant l'intégrité physique de la descendance au travers les effets mutagène ou tératogènes.

I- Effets somatiques

L'exposition à des polluants toxiques peut provoquer des perturbations et des lésions cellulaires qui au niveau somatiques peuvent être soit commune à la totalité des organismes, soit spécifique selon le cas et limitera leurs actions aux organismes autotrophes (absorption des substances minéraux, effet sur le système photosynthétique) ou aux animaux (effets neurotoxique sur le système nerveux centrale ou appareil neuromusculaire).

1- L'hépatotoxicité

C'est une atteinte du **foie**. Le foie est un organe vital, tout comme le cœur et les poumons. Il remplit de multiples fonctions et son rôle est très important dans le maintien de l'équilibre général. Il participe à la digestion, à l'emmagasinage des aliments ainsi qu'à la détoxication, en aidant l'organisme à se débarrasser de ses poisons, et à l'élimination. Il a un rôle important dans la transformation des substances circulant dans le sang, dont les substances toxiques qui y sont véhiculées et qui dans plusieurs cas peuvent y être neutralisées. C'est une cible pour de nombreux toxiques à cause de son important débit sanguin et de sa situation par rapport à la circulation sanguine (ex. : le tétrachlorure de carbone, le diméthylformamide, l'ingestion chronique abusive d'alcool éthylique).

Cours Ecotoxicologie

De nombreux poisons des polluants et autres substances toxiques présents dans l'environnement terrestre ou aquatique présentent des effets hépatotoxiques pouvant conduire à des lésions des tissus hépatiques.

Un des cas les plus classiques en toxicologie est celui de l'amanitine α , qui produit une destruction du parenchyme hépatique après ingestion d'amanite phalloïde et de quelques autres espèces voisines de champignons basidiomycètes.

En réalité, en dehors de divers poisons, l'exposition permanente à de nombreuses substances souvent présentes à l'état de trace dans les milieux ingérés ou inhalés, peut présenter une forte hépatotoxicité.

C'est le cas parmi les substances médicamenteuses, du paracétamol. Ce dernier possède une forte toxicité, en particulier lorsqu'il est en présence d'autres toxiques susceptibles de contrarier son élimination par les processus métaboliques oxydatifs. La cytotoxicité qui en découle stimule les processus inflammatoires et conduit à une nécrose des cellules hépatiques.

Une des réactions les plus courantes des hépatocytes à la contamination permanente de l'organisme par tel ou tel toxique se traduit par une stéatose, sur surcharge cytoplasmique en vacuoles lipidiques avec hypertrophie cellulaire. Celle-ci se manifeste lors de l'absorption massive et prolongée de certains composés toxiques.

2- Neurotoxicité

C'est un effet toxique sur le **système nerveux**. Le système nerveux est un ensemble de cellules spécialisées ou non dont l'unité fondamentale est le neurone. Les neurones assurent le transfert de l'information (influx nerveux) d'une partie du corps à une autre afin d'assurer le fonctionnement interne de l'organisme et ses relations avec le milieu extérieur. Le système nerveux est formé de deux ensembles, le système nerveux central (dont l'abréviation courante est S.N.C.) et le système nerveux périphérique (S.N.P.).

Le **système nerveux central** comprend l'encéphale, lequel est constitué des organes situés dans la boîte crânienne (cerveau, cervelet et tronc cérébral) et de la moelle épinière. Le **système nerveux périphérique** est quant à lui constitué par les nerfs et leurs renflements (ganglions nerveux). Il existe diverses catégories d'effets neurotoxiques. Donnons comme exemples :

- la dépression du système nerveux central, dont les symptômes sont des maux de tête, des nausées, des vomissements, des étourdissements, etc. qui se manifestent à la suite d'une exposition à des solvants tels que le toluène et le xylène;

Cours Ecotoxicologie

- la neuropathie périphérique (affection du système nerveux périphérique) qui peut être produite par des solvants tels que le n-hexane;
- le tétanos, qui consiste en des contractures musculaires et qui est causé par une toxine biologique produite par le *Clostridium tetani*. Cette dernière peut pénétrer dans l'organisme à la suite d'une lésion de la peau ou des muqueuses (ex. : blessure avec un clou) ou à l'occasion de travaux agricoles; et
- la paralysie musculaire causée par une toxine biologique produite par le *Clostridium botulinum* et qui peut résulter de l'ingestion de certains aliments avariés ou de la contamination d'une plaie faite au moment de la manipulation d'un objet contaminé.

3- Néphrotoxicité

C'est un effet toxique sur le **rein**. Le rein est l'organe d'élimination responsable de la sécrétion de l'urine.

Il joue un rôle dans la régulation de l'équilibre des liquides du corps et contribue à débarrasser le sang de ses impuretés, et notamment de certains toxiques (ex. : le cadmium, le chloroforme).

De nombreux agents toxiques provoquent l'apparition de lésions rénales, en particulier lors d'intoxications aigues, un des exemples les plus documentés étant celui de composés organomercuriels.

L'induction de nécroses rénales résultant d'intoxications à long terme par diverses substances. Parmi les multiples exemples de tels effets, on citera ceux résultant de la prise intensive de phénacétine, un dérivé de l'aspirine dont l'usage se traduit à long terme par des nécroses rénales irréversibles.

Les intoxications mercurielles sont aussi bien connues pour provoquer de graves néphrites. Il en est de même pour divers pesticides comme le morphamquat, un autre herbicide du groupe des Bipyridilium, ce dernier provoque des altérations des glomérules de Malpighi et des canaux collecteurs des reins aussi bien lors d'intoxications aigues qu'à long terme.

Divers fongicides se sont aussi révélés comme des agents néphrotoxiques. Ainsi, le diphenyle, utilisé pour préserver les agrumes des attaques de divers agents phytopathogènes, provoque des lésions nécrotiques dans les reins.

Il en est de même du thiabendazole, un autre fongicide aux applications analogues qui provoque des dégénérescences des tubules rénaux en intoxication aigue chez le rat.

4- Les perturbations des fonctions respiratoires

L'appareil respiratoire est constitué des voies aériennes supérieures (nez, pharynx ou gorge), de la trachée, des bronches, des bronchioles et des alvéoles pulmonaires. L'humain est exposé par inhalation à divers agents qui existent sous plusieurs formes (gaz, vapeur, gouttelettes, fines particules) et en diverses tailles et qui ont leur toxicité et leurs caractéristiques physiques propres.

Les toxiques présents dans l'air inspiré sont absorbés dans l'organisme par les voies respiratoires pour ensuite se distribuer dans d'autres tissus et y exercer un effet systémique (dépression du système nerveux central causée, par exemple, par l'inhalation de fortes doses de toluène ou d'essence).

Outre les effets de certains gaz et de certaines vapeurs, signalons également la pneumoconiose, maladie pulmonaire causée par l'inhalation prolongée de poussières, la silicose, causée par l'inhalation de silice cristalline (maladie qui apparaît généralement après plus de 20 ans d'exposition), l'emphysème et le cancer du poumon, causés par la fumée de cigarette, et l'asthme, induit par des spores de moisissures (ex. : aspergillus) ainsi que par certains enzymes contenus dans des détergents (ex. : les subtilisines).

5- Les perturbations endocriniennes

Les polluants toxiques peuvent agir sur l'activité hormonale des animaux de deux façons différentes.

La première résulte d'une action directe sur l'activité d'une glande endocrine ou en aval sur le métabolisme de la ou des hormones qu'elle sécrète.

La seconde résulte du fait que par suite de l'importance essentielle des corrélations neuroendocriniennes pour l'équilibre hormonal des animaux, de nombreuses substances présentant une activité neurotoxique peuvent provoquer de graves perturbations de ces dernières au travers d'altérations de l'axe neuroendocrine.

Parmi les perturbations endocriniennes les plus fréquentes induites par les agents toxiques, en particulier par de nombreux polluants présents dans l'environnement, nous citerons celles qui affectent les fonctions reproductrices, l'hormone surrénalienne et la thyroïde.

Ex : PCB, divers insecticides tel que DDT

II- Les effets germinaux

1- La cancérogénicité (effet cancérogène)

Il existe entre les cellules de l'organisme une interaction qui fait en sorte que chaque tissu a une taille et une organisation adaptée aux besoins de l'organisme. Dans certaines situations, des cellules ne répondent plus aux signaux des autres cellules et n'obéissent plus qu'à elles-mêmes. Ce sont les cellules cancéreuses. Le **cancer** est une maladie qui se caractérise par croissance et une multiplication incontrôlée de cellules anormales dans un organe ou un tissu de l'organisme. En se multipliant, ces cellules anormales forment une masse appelée **tumeur**. Il existe deux types de tumeurs : la tumeur bénigne et la tumeur maligne. On appelle **tumeur bénigne** la tumeur qui n'envahit pas le tissu d'origine ou qui ne se propage pas dans d'autres organes. On appelle **tumeur maligne** celle qui peut envahir et détruire les tissus sains avoisinants ou se répandre dans le corps. C'est cette dernière que l'on qualifie de tumeur cancéreuse. Un agent qui cause le cancer est qualifié de **cancérogène**. Une tumeur maligne qui se répand (dissémination) forme ce que l'on appelle des métastases. La **métastase** est une cellule cancéreuse qui quitte le foyer de croissance initial et s'attaque aux tissus avoisinants, emprunte la circulation lymphatique pour atteindre les ganglions, passe dans le sang et colonise d'autres organes, formant ainsi des foyers secondaires. La transformation d'une cellule normale en cellule cancéreuse peut survenir à n'importe quel moment de la vie de la cellule. Cette transformation peut être la conséquence d'une agression par un cancérogène. Généralement, une telle transformation suppose une cascade d'événements biologiques dont l'ensemble du processus peut s'échelonner sur une longue période au cours de la vie d'une personne. Chaque type de cancer est différent et la progression d'un même cancer est différente d'une personne à l'autre. Plusieurs causes sont reliées au cancer : l'alimentation, le tabac, l'exposition prolongée au soleil, certains virus et certains produits chimiques. Parmi ces derniers, mentionnons : le benzène (cancer du sang), le chlorure de vinyle (cancer du foie) et la bêta-naphthylamine (cancer de la vessie).

2- La mutagénicité (effet mutagène)

Une **mutation** est un changement qui se produit dans le matériel génétique de la cellule, c'est-à-dire l'**ADN** (acide désoxyribonucléique). L'ADN se trouve à l'intérieur du noyau de la cellule et constitue le support matériel de l'hérédité. Son rôle est essentiel pour la transmission de l'information génétique d'une cellule à la génération suivante. Les conséquences des modifications dépendront du type de cellules modifiées. Il existe deux types de cellules

Cours Ecotoxicologie

susceptibles d'être affectées : la cellule **somatique** et la cellule **germinale**. Les cellules somatiques comprennent toutes les cellules du corps (ex. : cellules hépatiques, neurones), sauf les cellules germinales. Les cellules germinales sont les spermatozoïdes et les ovules.

Un **agent mutagène** est celui qui va induire une mutation. Si la mutation se produit dans une cellule somatique, il pourra en résulter la mort de la cellule, un cancer ou d'autres effets néfastes. Si la mutation se produit dans une cellule germinale, elle pourra avoir des conséquences sur la descendance. Toutefois, si une cellule est transformée par un mutagène, il n'en résultera pas nécessairement une conséquence néfaste, car tous les mutagènes ne causent pas nécessairement d'effet biologique décelable. De plus, l'organisme peut réparer une partie plus ou moins importante des altérations. Il existe des tests permettant de repérer les produits ayant un potentiel mutagène (ex. : aberration chromosomique, dominance létale). Les résultats de ces tests facilitent l'identification et la classification des agents mutagènes de nature chimique (ex. : acrylamide, cyclophosphamide) ou physique (ex. : radiations ionisantes).

3- Tératogenèse

La tératogenèse affecte la descendance des individus exposés à des polluants variés. Elle peut résulter soit d'induction de mutations non létales préexistante dans le génotype des parents, ou induites dans celui des descendants via les gamètes avant la fécondation, soit d'anomalies du développement embryonnaire provoquées par l'exposition à des agents toxiques. Dans un cas ou dans l'autre, les individus présentent des malformations corporelles ou de certains organes qui diminuent la viabilité des individus qui en sont affectés et leur potentiel reproducteur.