



# Enquête sur l'exposition des êtres humains aux contaminants dans le milieu :

## Un guide communautaire



Ce document a été divisé dans une série de fichiers pour faciliter leur téléchargement de notre site du web.

Partie 3 de 4

Enquête sur l'exposition des êtres humains  
aux contaminants dans le milieu :

## **Un guide communautaire**

### **PARTIE B : DOCUMENTATION**

Cette partie du guide contient des renseignements de base au sujet des contaminants dans l'environnement et certains de leurs effets potentiels sur la santé. Sont décrits particulièrement :

- Les principaux types de contaminants dans l'environnement;
- La façon dont les gens risquent d'y être exposés;
- Les techniques scientifiques utilisées le plus souvent pour enquêter sur la relation qu'il peut y avoir entre l'exposition et les effets sur la santé;
- Certains effets sur la santé qui peuvent être reliés à une exposition à certains contaminants.





## 1. PRINCIPAUX TYPES DE CONTAMINANTS

---

**L**es contaminants qui se trouvent dans l'environnement peuvent être classés en quatre types principaux. À savoir :

- Les produits chimiques, y compris les produits organiques et inorganiques;
- Les micro-organismes, y compris les bactéries, les virus, les champignons et les protozoaires;
- Le rayonnement, y compris les types ionisants et non ionisants;
- Les dangers physiques, particulièrement la poussière (appelée aussi matières particulaires).

Ceux-ci sont décrits ci-dessous d'une façon plus détaillée.

### 1.1 Les produits chimiques

Il existe deux types principaux de produits chimiques dans le milieu: les produits chimiques organiques et les produits chimiques inorganiques. Les produits chimiques organiques sont composés de carbone, généralement en combinaison avec d'autres éléments tels que l'hydrogène, l'oxygène ou le chlore. Les produits chimiques inorganiques comprennent des éléments métalliques tels que le plomb et le cadmium, ainsi que des éléments non métalliques, tels que la silice et l'azote. Les éléments constitutifs de tous les produits chimiques viennent de la Terre. Toute vie dépend des produits chimiques. Toutefois, en raison des activités industrielles, les organismes

vivants, dont les êtres humains, sont maintenant exposés à un grand nombre de produits chimiques qui ne faisaient pas partie autrefois de leur environnement. Ces «nouveaux» produits chimiques sont soit des substances qui ont été enterrées dans le sol, soit des produits chimiques créés par la production industrielle, d'une manière délibérée ou en tant que sous-produit.

Depuis la Seconde Guerre mondiale, on a noté une augmentation énorme de la quantité et du nombre de produits chimiques fabriqués, utilisés et jetés. Bien que la plupart de produits chimiques aient des usages bénéfiques, les dérivés et les déchets de fabrication risquent de causer des problèmes dans l'environnement, comme c'est le cas des produits chimiques qui ne sont pas traités ou manipulés convenablement.

Les produits chimiques fabriqués font partie de tous les aspects de la vie moderne. Certains sont utilisés comme :

- Pesticides et engrais;
- Agents de conservation, colorants ou additifs alimentaires;
- Composante des médicaments et des produits de beauté;
- Produits dans différentes industries de fabrication;
- Composante dans les peintures, les vernis et les colles;
- Désinfectants et agents de nettoyage.

Au cours des dernières années, beaucoup se sont inquiétés des niveaux de produits chimiques toxiques persistants qui s'accumulent dans le bassin des Grands Lacs. Les préoccupations ont porté sur certains produits chimiques organochlorés. Il s'agit de produits chimiques qui contiennent du carbone, de l'hydrogène, parfois de l'oxygène, et du chlore. Les produits chimiques organochlorés toxiques persistants qui sont à la source de ces préoccupations peuvent comprendre :

- Les BPC - maintenant interdits, qui étaient utilisés dans les transformateurs électriques, l'équipement hydraulique et les lubrifiants;
- Les dioxines et les furannes - maintenant restreints, qui sont dérivés de la fabrication des pesticides, de l'incinération des déchets et de la fabrication des pâtes et papiers;
- Les DDT et les substances dans lesquelles ils se décomposent (leurs métabolites). Le DDT est un pesticide, maintenant interdit, qui affecte la santé de la faune;
- L'aldrine, la dieldrine, le chlordane, l'endrine, etc. - d'autres pesticides dont l'usage est maintenant interdit ou restreint.

Bien que la fabrication et l'utilisation de la plupart de ces produits chimiques aient été grandement réduites, ceux-ci restent une source de préoccupation pour la santé. En effet, ceux utilisés autrefois ne se sont pas décomposés et ils restent dans l'environnement.

Les métaux suivants peuvent être une source de préoccupation :

- Le mercure - que l'on retrouve naturellement ou qui peut être fabriqué industriellement;
- Le plomb - provenant de sources industrielles et qui était utilisé autrefois dans l'essence au plomb;

- Le cadmium - utilisé dans un certain nombre de procédés industriels. Ces métaux ne peuvent pas se décomposer. La seule façon de réduire le danger consiste à les déplacer vers une partie de l'environnement où ils ne seront pas en contact avec les organismes vivants.

## 1.2 Les micro-organismes

On retrouve les micro-organismes dans l'air, l'eau, le sol, les aliments, dans et sur nos corps. Parmi ces organismes microscopiques, on retrouve les bactéries, les virus, les champignons et les protozoaires. Bien que la plupart de ces organismes soient sans danger et que beaucoup d'entre eux soient utiles, certains causent des malaises et des maladies chez les êtres humains, comme, par exemple, des allergies et des infections. Dans de rares occasions, ils peuvent même causer la mort.

Les bactéries sont de petits organismes unicellulaires qui ont besoin de nourriture pour survivre et qui produisent des déchets. Leur mode de reproduction consiste à se diviser en deux. Les bactéries se multiplient lorsqu'il y a abondance de produits nutritifs et lorsque les températures sont chaudes. On retrouve souvent les bactéries dans les aliments crus, tels que les viandes, la volaille et les oeufs, dans le lait non pasteurisé et dans l'eau, dans les humidificateurs, les climatiseurs et les systèmes de ventilation. Les bactéries peuvent causer de nombreux problèmes de santé, dont des infections, des empoisonnements alimentaires et des indigestions. *Salmonella*, *Campylobacter*, *Escherichia coli* (*E. coli*), *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Clostridium* et *Shigella* sont des types communs de bactéries qui peuvent rendre les gens malades.

Les virus sont des organismes microscopiques qui se composent de matériaux génétiques (ADN ou ARN) couverts d'une enveloppe protéinique. Contrairement aux bactéries, ils peuvent seulement se reproduire à l'intérieur des cellules vivantes d'un autre organisme. Souvent, la reproduction d'un virus à l'intérieur d'une cellule hôte entraînera la mort de cette cellule. De nombreux virus causent des maladies, tels que le rhume ordinaire, la rougeole, la polio et l'hépatite virale. Certains virus peuvent contaminer l'eau potable si celle-ci n'est pas convenablement protégée et traitée. Par exemple, des virus Norwalk dans l'eau potable contaminée peuvent causer des diarrhées chez les êtres humains. Certains virus sont mis en cause dans les maladies transmises par les aliments dont les poliovirus, le virus de l'hépatite A, les virus Coxsackie du groupe A et les échovirus.

Les champignons sont un groupe d'organismes unicellulaires et multicellulaires important. Ils ont besoin de conditions chaudes et humides pour leur croissance. Un grand nombre des produits des champignons - les spores, les mycotoxines et les produits chimiques volatils - peuvent affecter la santé des êtres humains. Les spores peuvent causer des allergies, des maladies pulmonaires ou réduire la réaction du système immunitaire chez certaines personnes. Les mycotoxines et les composés volatils produits par les champignons, peuvent causer des problèmes pulmonaires et autres affections respiratoires. Certaines variétés de champignons, comme celles que l'on retrouve dans les champs et les forêts, sont toxiques lorsqu'elles sont

consommées et peuvent causer des maladies graves ou même la mort. D'autres champignons peuvent se développer dans les poumons (*Aspergillus spp.* chez les travailleurs des entrepôts de céréales et dans l'industrie aviaire) ou sur la peau (le plus commun chez les êtres humains est le pied d'athlète).

Les protozoaires sont des organismes parasites unicellulaires vivant le plus souvent librement dans l'eau ou le sol. Les types les plus communs de parasites qui infectent l'eau potable sont *Giardia lamblia* et *Cryptosporidium spp.* *Giardia lamblia* cause la giardiase, aussi connue sous le nom de «fièvre du castor», et se caractérise par des diarrhées, une perte d'appétit, une déshydratation, des crampes et, dans certains cas, des vomissements. *Giardia*

peut pénétrer dans les sources d'approvisionnement en eau à partir des déchets humains ou d'animaux. *Cryptosporidium* et *Entamoeba histolytica*, qui constitue un autre parasite protozoaire important, transmis par les aliments, peuvent également causer l'entérite ou la dysenterie.



### 1.3 Le rayonnement

Le rayonnement est une forme d'énergie qui peut être classée soit comme ionisante (haute énergie) ou non ionisante (faible énergie). Le rayonnement ionisant est généralement appelé radioactivité, tandis que les rayonnements non ionisants sont reliés aux rayonnements optiques, tels que les ultraviolets et l'éclairage visible ainsi que les champs électromagnétiques, tels que les micro-ondes et les fréquences radio. En général, le rayonnement non ionisant est moins dangereux que le rayonnement ionisant.

Le rayonnement ionisant se trouve partout dans l'environnement à la suite du rayonnement cosmique produit dans

l'espace et des nucléides radioactifs dans l'air. La plupart des nucléides dans la nature sont stables et conservent leur forme et leur composition indéfiniment, mais beaucoup d'autres sont instables. Les nucléides instables (*radionucléides*) retournent à la stabilité par une désintégration spontanée (*décomposition radioactive*), formant ainsi des nucléides différents en dégageant de l'énergie (p. ex., rayonnement) sous forme d'une particule alpha ou d'une particule bêta. Le nouveau nucléide formé peut encore être radioactif et émettre d'autres rayonnements alpha ou bêta ou il peut être dans un état excité et revenir à la stabilité en émettant un rayonnement gamma. Le rayonnement dégagé par la décomposition des radionucléides, ainsi que le

rayonnement cosmique provenant de l'espace, sont appelés *rayonnement ionisant* parce qu'ils sont capables de produire une charge électrique dans la matière à travers laquelle ils passent. Si l'ionisation se produit dans des tissus vivants, elle peut entraîner des dommages biologiques.

Les radionucléides se retrouvent dans l'environnement sous forme d'éléments d'origine naturelle dans l'écorce terrestre et comme produits ou sous-produits des technologies nucléaires. Les conséquences biologiques de l'exposition au rayonnement ionisant sont les mêmes, quelle que soit l'origine des radionucléides. La plus grande contribution à l'exposition moyenne du public au rayonnement est surtout causée par les radionucléides produits naturellement.

Le rayonnement ultraviolet fait partie du spectre de la lumière solaire et il reste invisible à l'oeil nu. Il peut être divisé en trois régions selon la longueur d'ondes. Le rayonnement UVC (longueur d'ondes 200 - 280 nanomètres - nm) a la plus haute énergie et il s'agit potentiellement du rayonnement ultraviolet le plus destructeur. Toutefois, il est entièrement filtré par la couche d'ozone dans la haute atmosphère. Le rayonnement UVB (longueur d'ondes 280 - 315 nm) serait responsable de la plupart des effets nocifs de l'exposition au soleil et il est surtout affecté par la concentration de la couche d'ozone. Le rayonnement UVA (longueur d'ondes 315 - 400 nm) a le moins d'énergie et il n'est pas absorbé par la couche d'ozone si bien qu'il atteint facilement la surface de la Terre. Le rayonnement UVA peut aggraver les effets du rayonnement UVB.

Les champs électromagnétiques (CEM) sont reliés à tout courant électrique et se composent de deux sortes de champs : les champs électriques et les champs magnétiques. Les champs électriques sont causés par la force (tension) de la charge. Une ligne de courant à haute tension produit généralement des champs électriques plus puissants qu'une ligne électrique à faible tension. Un champ électrique peut se produire même si le courant ne passe pas dans un objet, tant qu'il est branché. Par exemple, une couverture électrique branchée, mais qui ne fonctionne pas, peut tout de même produire un champ électrique. Les champs magnétiques résultent du mouvement (courant) de la charge. Étant donné que les champs magnétiques sont créés seulement par le courant en mouvement, les appareils branchés dont l'interrupteur est en position d'arrêt ne produisent pas de champs magnétiques.

#### **1.4 Les particules (poussière)**

Les particules se composent d'une large variété de particules et de fibres minuscules qui sont transportées dans l'air. Bien que l'on retrouve toujours des particules dans l'air sous forme de poussière, pollen, cendre et fumée, l'activité industrielle a, au cours des dernières années, largement contribué à augmenter le taux des particules. Les particules varient en dimension, forme et composition chimique. Du point de vue de la santé des êtres humains, la dimension peut être le point le plus important des trois, car plus la particule est petite, plus les chances sont grandes qu'elle pénètre dans les poumons. La dimension des particules est mesurée en microns (ou micromètres), qui correspondent à un millionième d'un mètre. Les particules supérieures à 10

microns sont suffisamment grandes pour se déposer sur une surface voisine après avoir été émises à partir d'une source. Les particules plus petites peuvent rester en suspension dans l'air sur de longues périodes et elles constituent ce que l'on appelle les «particules en suspension».

## 2. SOURCES, MOUVEMENT ET PERSISTANCE

---

### 2.1 Les produits chimiques

#### *Les sources de produits chimiques*

Les produits chimiques peuvent pénétrer dans l'environnement de différentes façons. Les sources «ponctuelles» de produits chimiques peuvent comprendre :

- Les décharges industrielles;
- Les incinérateurs de déchets;
- Les stations d'épuration des eaux usées;
- Les sites d'enfouissement des déchets.

Les sources «non ponctuelles» de produits chimiques peuvent comprendre :

- Les eaux de ruissellement provenant des terrains traités avec des pesticides, des engrais ou des herbicides;
- Les gaz d'échappement des voitures;
- Les sédiments contaminés;
- Les eaux de ruissellement des égouts pluviaux provenant des zones habitées;
- Les dépôts atmosphériques, qui sont des contaminants atmosphériques qui aboutissent sur les terrains et dans l'eau. Souvent, ces contaminants se sont déplacés sur de grandes distances et ils ont réagi avec d'autres produits chimiques présents dans l'air. Les pluies acides en sont un bon exemple.

Par exemple, en Ontario, 300 sites industriels se déchargent directement dans les rivières et les lacs, et 12 000 autres déversent leurs déchets dans les systèmes d'égouts municipaux qui ne peuvent pas traiter adéquatement les produits chimiques toxiques. Les sources non ponctuelles sont aussi très importantes. Par exemple, plus de 90 % des BPC, des DDT et du plomb présents dans le lac Supérieur proviennent des dépôts atmosphériques.

Il y a des sources naturelles de contaminants ainsi que des sources humaines. Par exemple, le mercure et le cadmium peuvent être évacués dans l'environnement à partir des sols et des roches par l'érosion causée par le vent et la pluie. Des événements naturels, comme les feux de forêt, les inondations et les éruptions volcaniques peuvent aussi dégager des contaminants dans le milieu.

#### *Le mouvement des produits chimiques dans l'environnement*

Une fois émis, les produits chimiques toxiques peuvent se retrouver dans différentes parties de l'environnement, comme l'air, l'eau, le sol et les organismes vivants. Ils sont souvent «mobiles» et peuvent se déplacer d'une partie de l'environnement vers une autre. Par exemple, un produit chimique dans l'eau peut s'évaporer dans l'air, se condenser sous forme de pluie et se déposer sur le sol et les végétaux. Les plantes contaminées peuvent alors être consommées par différentes espèces d'animaux.

Les produits chimiques peuvent non seulement se déplacer dans différentes parties de l'environnement, mais ils peuvent être aussi transportés sur de longues distances par le vent et les courants d'eau, et par les organismes qui les ont absorbés. Par exemple, les tissus des animaux sauvages dans l'arctique canadien contiennent des traces de BPC ainsi que des pesticides provenant des pays industriels d'Europe, d'Asie et d'Amérique. Bien que les concentrations trouvées dans l'arctique soient plus faibles que celles des régions comme le bassin des Grands Lacs, il est clair qu'il n'y a aucun moyen d'éviter complètement une exposition.

### ***La persistance dans l'environnement***

De nombreux produits chimiques, tels que les BPC, sont relativement stables dans l'environnement, ce qui leur permet de persister sur de longues périodes sans se décomposer.

Lorsqu'ils sont absorbés ou mangés par des organismes vivants, certains produits chimiques s'accumulent graduellement dans les tissus. Les organochlorés, par exemple, ont tendance à s'accumuler dans les graisses parce qu'ils peuvent être dissous dans la graisse. Par ce processus - appelé bioaccumulation - les niveaux de contaminants dans les organismes vivants peuvent s'accumuler jusqu'à atteindre des niveaux dangereux. Les organismes peuvent alors passer leur charge de contaminants accumulés dans d'autres animaux qui s'en nourrissent. Ceci est connu comme étant la bioamplification. En conséquence, les concentrations de certains contaminants deviennent de plus en plus élevées au fur et à mesure qu'elles remontent la chaîne alimentaire. La bioamplification est illustrée à la FIGURE 3.



Thomas Rehn

## FIGURE 3

### Bioamplification des polluants dans la chaîne alimentaire



#### **La bioamplification**

*Un contaminant persistant présent à de très faibles concentrations dans l'eau peut se bioaccumuler dans le plancton ou dans les petits poissons. Lorsqu'un organisme plus gros, comme un poisson par exemple, mange un grand nombre de ces petites créatures au cours de son existence, il bioaccumule, à son tour, les polluants déjà bioaccumulés dans ces aliments et le contaminant devient encore plus concentré. À chaque niveau de la chaîne alimentaire, la concentration augmente ou se «bioamplifie». Le niveau accumulé d'une trace persistante de produits chimiques dans les poissons ou d'autres animaux au sommet de la chaîne alimentaire peut poser des risques importants pour la santé.*

## 2.2 Les micro-organismes

### ***Les sources de micro-organismes***

Les micro-organismes du milieu qui peuvent affecter la santé des êtres humains ont plusieurs sources importantes. Celles-ci comprennent des aliments contaminés ou mal préparés, des eaux usées non traitées ou partiellement traitées et d'autres déchets biologiques pourris ou en décomposition, tels que les déchets des animaux et des êtres humains et les carcasses ou cadavres.

### ***Le mouvement des micro-organismes dans le milieu***

Les bactéries, les protozoaires, les virus et les champignons peuvent être transportés sur de très longues distances par d'autres organismes, des courants d'eau ou le vent. Par exemple, les oiseaux migrateurs peuvent transporter, sur ou à l'intérieur de leur corps, des bactéries et des virus sur des distances de plusieurs milliers de kilomètres.

### ***La persistance dans le milieu***

Contrairement à de nombreux produits chimiques, les micro-organismes sont rarement très persistants dans le milieu, et ils meurent à moins qu'ils puissent se reproduire. Toutefois, certains micro-organismes peuvent former des «spores» qui sont extrêmement résistantes au changement du milieu et qui sont très persistantes. Les mycotoxines produites par les moisissures sont des substances permanentes et celles-ci peuvent rester dans un produit, même après que les moisissures qui les ont produites ont été tuées. Les kystes formés par les protozoaires *Giardia lamblia*, *Entamoeba histolytica* et *Cryptosporidium spp.* peuvent persister sur de longues périodes dans les eaux naturelles.

## 2.3 Le rayonnement

### ***Les sources de rayonnement***

De nombreuses sources de rayonnement ionisant sont naturelles. Nous sommes tous exposés au rayonnement ionisant provenant de l'espace (c.-à-d. le rayonnement cosmique), ainsi qu'au rayonnement provenant de la terre elle-même (p. ex., l'uranium, le radium, le potassium-40). Les essais atmosphériques des armes nucléaires ont contribué à la formation d'une bonne part de la radioactivité artificielle qui s'est dégagée jusqu'à ce jour dans l'environnement. Le rayonnement provenant de tous les aspects des centrales nucléaires, incluant l'extraction de l'uranium, son traitement et l'élimination définitive du carburant, bien qu'il soit très faible, devient de plus en plus important. Les produits de l'énergie nucléaire sont aussi utilisés en médecine (p. ex., radiothérapie des cancers) et dans les produits destinés aux consommateurs (p. ex., détecteurs de fumée). Ces applications sont bénéfiques pour la société, mais elles dégagent de la radioactivité dans l'environnement, laquelle s'ajoute aux niveaux actuels de rayonnement provenant des sources naturelles.

Nous sommes aussi exposés à diverses sortes de rayonnement non ionisant provenant de nombreuses sources. En voici quelques exemples :

- Le rayonnement ultraviolet (UV) provenant du soleil, des lampes ultraviolettes dans les salons de bronzage et les spas, des lampes germicides, des lasers aux ultraviolets, de certaines sortes de procédés industriels et du rayonnement UV provenant des arcs de soudage.
- Les champs électromagnétiques (CEM) causés par l'utilisation d'appareils électriques, tels que les sècheurs à cheveux, les ouvre-boîtes, les aspirateurs, les rasoirs électriques, les couvertures électriques, les ordinateurs et autres dispositifs électriques (p.ex., l'éclairage), et la proximité des lignes de courant électrique.

### ***Le mouvement du rayonnement dans l'environnement***

Le rayonnement est différent des autres contaminants dont nous avons parlé dans ce guide puisqu'il est capable de pénétrer dans la matière ou de se déplacer à travers celle-ci. Le rayonnement non ionisant, dont la lumière, la chaleur ou les micro-ondes, se déplace dans l'air tout comme le rayonnement ionisant. Toutefois, étant donné que le rayonnement ionisant est généralement plus énergétique que les autres formes de rayonnement, il peut aussi pénétrer dans la matière. Le degré de pénétration du rayonnement ionisant dans la matière dépend du matériau lui-même et du type de rayonnement. Par exemple, le rayonnement alpha peut être arrêté par un morceau de papier ou la couche extérieure de la peau, tandis que plusieurs centimètres de plomb sont nécessaires pour arrêter le rayonnement gamma.

Les radionucléides, ou matériaux radioactifs, peuvent être dégagés dans le milieu sous forme de gaz, de liquide ou de particules. Les matériaux ainsi dégagés dans l'atmosphère sont transportés et dispersés par les courants éoliens et peuvent être retirés par la pluie ou se déposer sous forme de poussière. Les radionucléides déposés peuvent aussi s'accumuler dans le sol ou être lixiviés dans l'eau souterraine, ce qui peut entraîner la contamination des puits et de l'eau de surface. Les radionucléides peuvent aussi entrer dans la chaîne alimentaire et se déplacer au travers de celle-ci. Certains de ces processus entraînent une dilution progressive, d'autres mènent à une concentration dans le milieu.

### ***La persistance dans le milieu***

Le rayonnement peut être créé d'une façon continue par des sources naturelles et artificielles. Dans certains cas, la demi-vie (le temps nécessaire pour qu'un matériau perde la moitié de sa radiation) de certains radionucléides est très longue. Toutefois, la persistance d'un radionucléide dans un médium du milieu, comme l'eau par exemple, est souvent moindre que sa demi-vie radioactive en raison des processus environnementaux et biologiques qui entraînent leur dilution progressive.

Le soleil émet continuellement un rayonnement ultraviolet, dont la plus grande partie est absorbée par la couche d'ozone de la terre, située entre 15 et 35 kilomètres au-dessus du niveau du sol. Les champs électromagnétiques sont créés continuellement tant que l'électricité est transmise sur une ligne. Ces champs sont les plus forts à proximité de la source et baissent rapidement d'intensité au fur et à mesure que l'on s'éloigne de cette source.

## 2.4 Les particules (poussière)

### ***Les sources des particules***

Les principales sources des particules dégagées dans l'air, par suite de l'activité humaine, sont :

- Les procédés industriels;
- La combustion des combustibles et les carburants;
- Les transports;
- Les déchets solides.

Les installations industrielles, comme les stations d'électricité, les incinérateurs de déchets solides, les fonderies, les aciéries, les raffineries et les usines peuvent dégager dans l'air de très fines particules qui contiennent une vaste gamme de composés. Ces particules peuvent contenir des composés sous forme de brouillard d'acide, d'arsenic, d'amiante, de béryllium, de cadmium, de chaux, de mercure et de silice.

Les principales sources des particules dégagées dans l'air et provenant d'événements qui se sont produits naturellement sont :

- Les volcans;
- L'érosion éolienne;
- Les incendies de forêt;
- Les pollens provenant des plantes.

### ***Le mouvement des particules***

Les particules sont dispersées dans l'air et peuvent être transportées par le vent sur de longues distances. Les particules peuvent être déposées sur le sol et les plantes, lesquelles peuvent, à leur tour, absorber certains des polluants. Les particules peuvent aussi être déposées sur l'eau et, par la suite, pénétrer dans la chaîne alimentaire sous forme de polluant. Par exemple, le DDT, qui est interdit en Amérique du Nord depuis plusieurs années, est encore utilisé à d'autres endroits dans l'hémisphère. Ainsi, il peut se retrouver dans les Grands Lacs après avoir été transporté dans l'atmosphère sur de longues distances.

### ***La persistance dans le milieu***

Les particules se condensent éventuellement dans l'air et se déposent sur une surface. En elle-même, une particule n'est pas nécessairement persistante, mais les polluants absorbés sur la particule peuvent eux être persistants. En conséquence, l'origine et la composition de la particule détermineront sa persistance.

### 3. EXPOSITION

---

L'exposition est tout contact entre une substance et une personne qui a touché, respiré les fumées ou les vapeurs, ou avalé le produit ou le liquide provenant d'une source contaminée. Les contaminants doivent suivre des trajets à partir du point d'évacuation dans l'environnement jusqu'au point de contact avec les êtres humains, pour qu'une exposition ait lieu.

#### ***Trajet d'exposition***

Un **trajet d'exposition** décrit comment un contaminant se déplace dans l'environnement depuis sa source jusqu'aux êtres humains ou d'autres organismes vivants. Un trajet d'exposition comprend les cinq éléments suivants :

- Source de contamination;
- Milieu environnemental;
- Point d'exposition;
- Personne ou population réceptrice;
- Voie d'exposition.

#### ***La source de contamination***

Les sources de contaminants environnementaux sont nombreuses. Elles comprennent les émissions des voitures, les émanations provenant des cheminées, les eaux usées sortant des usines, les sites de mise au rebut des déchets, les usines fermées et les sites d'entreposage, les produits de consommation (p. ex., peintures, produits de nettoyage domestiques) et d'autres sources nombreuses, aussi bien à l'intérieur qu'en plein air. Un certain nombre de substances sont aussi évacuées dans l'atmosphère à partir de sources naturelles.

#### ***Le médium environnemental***

Une fois évacué de sa source, un contaminant se déplacera à travers le milieu environnemental jusqu'aux points où une exposition humaine peut se produire. Pour les êtres humains, les principaux milieux environnementaux comprennent l'eau, l'air, les aliments et le sol :

#### ***Eau***

- L'eau potable, qu'il s'agisse d'une source d'eau en surface (p. ex., un lac ou une rivière) ou une source souterraine (p. ex., approvisionnement municipal ou puits privé);
- L'usage récréatif, tel que la natation, la navigation de plaisance, la planche à voile, etc;
- Les usages industriels ou agricoles.

L'eau est un trajet d'exposition très important pour les produits chimiques et les micro-organismes.

### *Air*

- L'air intérieur, incluant la qualité de l'air à la maison, au travail et à l'école;
- L'air extérieur.

L'air intérieur et l'air extérieur sont des milieux importants en ce qui concerne l'exposition à divers contaminants, dont les micro-organismes. Dans de nombreux cas, certains contaminants peuvent être plus concentrés à l'intérieur qu'à l'extérieur.

### *Aliments*

- Aliments arrosés avec de l'eau contaminée ou poussant dans des endroits où le sol est contaminé. Cela pourrait comprendre des aliments destinés à la consommation personnelle;
- Poissons et animaux contaminés;
- Aliments contenant des résidus de pesticide;
- Aliments emballés dans des contenants qui contaminent le contenu, p. ex., boîtes de conserve soudées au plomb utilisées dans certains produits importés;
- Le lait maternel (pour les bébés nourris au sein) lorsque la mère a été exposée à des produits chimiques qui s'accumulent dans la graisse des tissus (le lait naturel a une forte teneur en graisse).

Les aliments peuvent constituer un milieu important d'exposition à de nombreux contaminants environnementaux et aux micro-organismes.

### *Sol*

- Sol nu (exposition des travailleurs au sol, sol avalé ou contact de la peau avec le sol);
- Sol contaminé dispersé sous forme de poussière dans l'air et particules déposées sur d'autres surfaces (comme les aliments);
- Sol situé sous la surface (travailleurs oeuvrant dans l'excavation et le creusage);
- Sédiments contaminés au fond des lacs, des rivières et des étangs.

Le sol est un trajet d'exposition important pour les petits enfants qui placent souvent des objets contaminés dans leur bouche. Les contaminants peuvent se déposer et s'accumuler dans les sédiments, lesquels peuvent devenir une source de contamination pour les gens qui se baignent ou jouent à proximité. L'exposition aux produits chimiques et aux micro-organismes peut survenir par le sol et les sédiments.

### *Point d'exposition*

Le point d'exposition est l'emplacement où se produit le contact avec un contaminant. Par exemple, les gens peuvent être exposés aux contaminants à la maison, au travail, au terrain de jeu, sur un lac, dans une rivière ou autre étendue d'eau.

## *Personne ou population réceptrice*

La personne ou la population réceptrice est celle qui est exposée au contaminant au point d'exposition. Par exemple, les nageurs peuvent être exposés en se baignant dans une rivière contaminée; les pêcheurs peuvent être exposés en consommant des poissons contaminés.



Thomas Rahin

## *Voie d'exposition*

Les gens peuvent être exposés de diverses façons aux contaminants qui se trouvent dans l'eau, l'air, les aliments et le sol. La **voie d'exposition** est le lien final dans la chaîne, depuis la source du contaminant, en passant par le trajet d'exposition vers les êtres humains. La voie d'exposition décrit comment le contaminant pénètre dans le corps. Les trois voies sont:

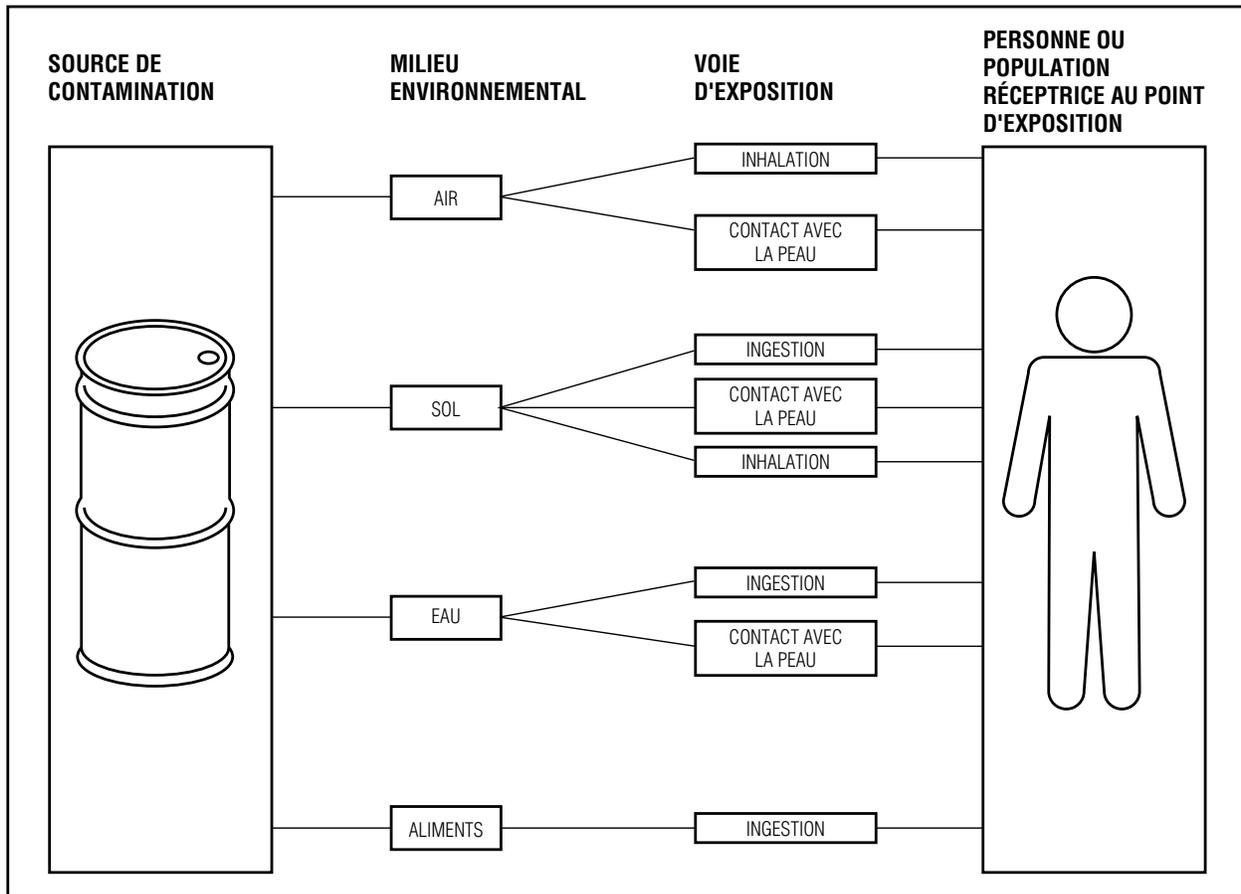
- *L'ingestion*, qui consiste à avaler des aliments, de l'eau et de petites quantités de sol ainsi que l'ingestion accidentelle d'objets ou d'autres liquides contenant le contaminant. La bouche, la gorge, l'estomac et l'intestin peuvent absorber rapidement les matériaux ingérés et à différents taux, selon le matériau en question.
- *L'inhalation* consiste à respirer un contaminant tel qu'un gaz, une vapeur, des particules en suspension dans l'air ou même de petites quantités de sol et de poussière qui peuvent être inhalées par les poumons. Les poumons absorbent souvent les gaz et les vapeurs de façon rapide et efficace.
- *Le contact avec la peau*, c'est l'absorption par la peau de certains contaminants que l'on retrouve dans l'eau, le sol et l'air. La peau constitue généralement une barrière efficace contre la plupart des contaminants. Dans le cas de la radioactivité, l'exposition peut consister en la pénétration de la radioactivité par le biais de la peau. Cette pénétration peut se faire à partir de l'atmosphère ou à l'aide de radionucléides se trouvant dans l'air et le sol. Le radionucléide n'a pas vraiment besoin d'être en contact avec la peau.

Les principaux trajets d'exposition des êtres humains aux contaminants environnementaux sont illustrées à la FIGURE 4. L'ingestion des aliments constitue la voie d'exposition principale pour de nombreux produits chimiques persistants tels que les DDT, les BPC et certains métaux, comme le mercure; l'air, l'eau et les produits du sol ne contribuent que par petites quantités à l'exposition totale des êtres humains. Basée strictement sur les contaminants environnementaux, l'ingestion d'eau potable non traitée constitue la voie d'exposition la plus importante pour les micro-organismes. Toutefois, un entreposage et une manutention inappropriés peuvent affecter les aliments qui constitueront alors une voie importante d'exposition aux micro-organismes et causeront des maladies.

Pour l'exposition au rayonnement, il n'est pas nécessaire d'avoir un contact physique avec la substance radioactive, étant donné que le rayonnement se déplace au travers de la matière. L'exposition peut survenir lorsque la radioactivité atmosphérique pénètre la peau ou par le biais du rayonnement des radionucléides se trouvant dans l'air ou sur le sol.

**FIGURE 4 :**

**Principaux trajets d'exposition des êtres humains aux contaminants environnementaux**



L'exposition au rayonnement ionisant provenant des radionucléides dans le médium environnemental peut se produire au moyen d'une irradiation externe directe.

Il est important de se rappeler que l'exposition aux contaminants ne se traduit pas toujours par l'absorption de ces derniers dans le corps. Les poumons, le système digestif et particulièrement la peau peuvent constituer des barrières très efficaces à de nombreuses substances. Par exemple, les substances inhalées peuvent être balayées en dehors des poumons et expulsées. L'absorption des produits chimiques peut varier selon la voie d'exposition. Par exemple, une substance qui est facilement absorbée par les voies respiratoires ne l'est pas nécessairement par la voie gastro-intestinale ou dermique et vice-versa. L'absorption d'un produit chimique sera aussi affectée par les propriétés chimiques et physiques de la substance en question. En général, plus une substance est soluble dans les graisses, plus elle sera absorbée facilement par le corps.

Les substances absorbées peuvent être transportées partout dans le corps par les vaisseaux sanguins. Une fois dans le corps, ces substances peuvent être décomposées en d'autres substances, que le corps se chargera d'entreposer ou d'excréter. Dans de nombreux cas, le foie décompose la substance, si bien qu'elle peut être excrétée par la bile, l'urine et les selles. Lorsque l'absorption dépasse l'excrétion, il peut se produire une accumulation de ces substances dans le corps.

De nombreux contaminants, tels que les micro-organismes, ne sont pas absorbés dans le système circulatoire mais peuvent causer des effets nocifs pour la santé lorsqu'ils entrent en contact avec le corps. Par exemple, l'eau à boire contaminée par des micro-organismes peut causer des diarrhées, des nausées et des crampes; les détergents et la poussière peuvent causer des dermatites lorsqu'ils entrent en contact avec la peau. Les radionucléides n'ont pas besoin d'être en contact avec le corps pour causer leurs effets, étant donné que le rayonnement émis peut se déplacer au travers de la matière et causer une exposition.

### ***Dose journalière estimée pour l'exposition aux contaminants chimiques***

Les gens sont exposés à de faibles niveaux de contamination lorsqu'ils respirent, consomment des aliments et boivent de l'eau. Dans les évaluations détaillées sur les expositions, cette exposition est quantifiée et appelée dose journalière estimée (DJE). Une DJE séparée est calculée pour chaque contaminant qui peut constituer une source de préoccupation. La DJE est la somme des expositions provenant de tous les trajets d'exposition connus ou soupçonnés pour une personne moyenne. De nombreux autres facteurs doivent être pris en considération, ce qui rend ces types d'évaluation complexes - particulièrement en raison des hypothèses que l'on utilise et qui nécessitent un jugement professionnel approfondi. Les renseignements dans la case ci-dessous donnent une vue générale des différents types de calculs en cause.

### CALCUL DE LA DOSE JOURNALIÈRE ESTIMÉE

La dose journalière estimée (DJE) d'un produit chimique peut être calculée en additionnant toutes les expositions d'un polluant provenant de divers trajets d'exposition. La DJE d'un contaminant peut être représentée par l'équation suivante :

$$DJE = DE_i + DE_e + DE_s + DE_a + DE_{ep} + DE_{sp}$$

Chaque DE (dose estimée) est la quantité de contaminant absorbée par une combinaison différente de trajets d'exposition et de voies d'exposition. À savoir :

$DE_i$  est la quantité inhalée dans l'air,

$DE_e$  est la quantité ingérée en buvant de l'eau,

$DE_s$  est la quantité ingérée en mangeant du sol,

$DE_a$  est la quantité ingérée avec les aliments,

$DE_{ep}$  est la quantité absorbée par le contact de la peau avec l'eau,

$DE_{sp}$  est la quantité absorbée par le contact de la peau avec le sol.

Pour calculer la quantité estimée de contaminant absorbé par tous ces trajets et voies d'exposition, on a besoin d'une équation différente pour chaque combinaison. Toutefois, toutes les équations sont quelque peu similaires. L'équation générale pour chaque dose estimée est la suivante :

$$DE = \frac{C \times TC \times FE}{PC}$$

dans laquelle,

DE = Dose estimée : Cela représente généralement le nombre de milligrammes de contaminant qui pénètre dans le corps pour chaque kilogramme de poids corporel (mg / kg / jour).

C = Concentration du contaminant dans le trajet d'exposition envisagé.

TC = Taux de contact : La quantité d'eau, d'aliments, d'air, etc., avalée, inhalée ou entrée en contact avec la peau en une journée. Les unités types pour les aliments consommés sont les grammes par jour (g / jour).

FE = Facteur d'exposition : Ce chiffre indique combien de fois la personne est exposée au cours d'une année et le nombre d'années durant lesquelles cette situation s'est répétée. Ce facteur est nécessaire, particulièrement lorsque l'exposition ne se produit pas chaque jour, comme c'est le cas dans les expositions au travail (seulement cinq jours par semaine) ou les expositions reliées à des activités saisonnières (natation en été dans de l'eau contaminée).

PC = Poids corporel : Le poids corporel moyen d'une personne en kilogrammes (kg).

### ***Dose estimée pour l'exposition au rayonnement ionisant***

L'exposition au rayonnement ionisant est traitée différemment de l'exposition aux contaminants chimiques. Étant donné que les effets de l'exposition au rayonnement sont bien compris, les experts en rayonnement expriment l'exposition en une unité appelée sievert ( $Sv$ ) qui est une mesure des effets néfastes qui peuvent être causés chez un être humain exposé à un rayonnement ionisant provenant d'une source de rayonnement.

Contrairement aux contaminants chimiques, c'est l'exposition totale de toutes les sources qui est contrôlée, plutôt que l'exposition à partir de radionucléides individuels. Ceci est réalisé pour la simple raison que c'est l'exposition totale qui détermine le risque pour la santé.

De plus, le taux de dose est exprimé sur une base annuelle, plutôt que sur une

base journalière. Cette dose est calculée de façon à inclure toute irradiation **externe** directe reçue durant l'année, et la dose qui continuera à être reçue d'une façon **interne** à partir de tous les radionucléides ingérés ou inhalés au cours de l'année courante. La période au cours de laquelle l'on calcule cette dose prolongée, due au rayonnement interne, a été normalisée à 50 ans pour des expositions chez les adultes (âgés de 18 ans et plus) et 70 ans pour les expositions chez les enfants (âgés de moins de 18 ans). Contrairement à l'approche adoptée pour les contaminants chimiques, cette technique tient compte de la dose du rayonnement qui continuera à être reçue à partir des radionucléides qui sont conservés dans le corps.

### CALCUL DE LA DOSE ESTIMÉE D'EXPOSITION AU RAYONNEMENT IONISANT

La dose estimée (DE) pour l'exposition au rayonnement ionisant peut être calculée en additionnant toutes les expositions reçues au cours d'une année à partir de divers trajets d'exposition et elle peut être représentée par l'équation suivante :

$$\begin{aligned} DE &= DE_{\text{externe}} + DE_{\text{interne}} \\ &= DE_{\text{externe}} + DE_i + DE_e + DE_s + DE_a \end{aligned}$$

$DE_{\text{externe}}$  est l'irradiation externe directe reçue au cours d'une année.  $DE_{\text{interne}}$  est la dose qui sera reçue au cours des 50 années suivantes (adultes) ou 70 années (enfants), à partir de tous les radionucléides reçus dans le corps au cours de l'année courante, en particulier :

$DE_i$  est la dose engagée estimée provenant des radionucléides inhalés dans l'air,

$DE_e$  est la dose engagée estimée provenant des radionucléides ingérés en buvant de l'eau,

$DE_s$  est la dose engagée estimée provenant des radionucléides ingérés en mangeant du sol,

$DE_a$  est la dose engagée estimée provenant des radionucléides ingérés en mangeant des aliments.

Pour calculer la dose engagée estimée à partir des radionucléides internes, on utilise une équation de la forme générale suivante pour chaque radionucléide et pour chaque trajet d'exposition :

$$DE_x = C \times TR \times TC \times FE \times FCD$$

dans laquelle,

$DE_x$  = Dose engagée estimée sur 50 ans (adultes) ou 70 ans (enfants) à partir d'un radionucléide précis apporté dans le corps au cours de l'année courante (Sv) pour un trajet d'exposition spécifique «x» (inhalation de l'air et ingestion de l'eau, du sol ou des aliments.)

C = Concentration du radionucléide dans le trajet d'exposition envisagé (p. ex. Bq/L pour les radionucléides dans l'eau).

TC = Taux de contact : La quantité d'eau, d'aliments, d'air, etc., apportée dans le corps en une seule journée. Les unités types pour les aliments sont les grammes par jour (g/jour), et les litres par jour (L/jour) pour l'eau.

FC = Facteur de conversion : Le facteur de 365 jours est nécessaire pour convertir le taux de contact (TC) à partir des unités/jour en unités/année.

FE = Facteur d'exposition : Ce facteur indique combien de fois la personne est exposée au cours de l'année. Ce facteur est nécessaire, particulièrement lorsque l'exposition ne se produit pas chaque jour, comme c'est le cas au travail (seulement cinq jours par semaine) ou lorsque l'exposition est reliée à des activités saisonnières (natation en été).

FCD = Facteur de conversion de dose : Ce facteur convertit la quantité de radionucléides apportée dans le corps par inhalation ou ingestion, en becquerels, jusqu'à la dose prolongée sur 50 ans (adultes) ou 70 ans (enfants) en sieverts. Les FCD sont généralement exprimés en Sv/Bq.



## 4. DOSE ET RÉPONSE

---

La relation entre la quantité d'un contaminant administrée (la dose) et l'effet sur la santé (la réponse) est appelée relation dose-réponse. La relation entre les deux est d'une extrême importance lorsqu'il s'agit de comprendre comment les contaminants peuvent avoir des effets nocifs sur la santé. Les principaux facteurs qui influencent la relation dose-réponse sont la quantité de contaminants reçus et la toxicité, la voie d'exposition (c.à.d., inhalation, ingestion, contact dermique) et la fréquence ainsi que la durée de l'exposition. Cette exposition est-elle à court terme (p. ex., minutes, heures) ou à long terme (p. ex., années)? Les expositions à court terme sont souvent appelées expositions aiguës, tandis que les expositions à long terme sont appelées expositions chroniques.

La dose est la quantité de contaminant qu'un animal de laboratoire reçoit ou à laquelle une personne est exposée. Cette dose est généralement exprimée en tant que poids de la substance (g, mg) par unité de poids corporel (p. ex., mg/kg).

Étant donné que chaque personne réagit différemment au contaminant, la relation dose-réponse ne peut pas être utilisée pour prédire avec certitude quel sera l'effet nocif particulier d'un produit sur une personne donnée. Au lieu de cela, la recherche mentionne les risques d'effets nocifs à la suite de l'exposition. Au fur et à mesure que la dose augmente, les risques d'effets nocifs augmentent aussi pour une personne en particulier.

La toxicité d'une substance ou la possibilité qu'elle soit nocive pour la santé varie énormément d'un produit à un autre. En théorie, tout produit produira des réactions toxiques si la quantité est suffisamment importante. Par exemple, le sel de table ordinaire peut être toxique pour les êtres humains, mais seulement si des quantités très importantes sont consommées d'un seul coup (c.à.d., 300 g pour un adulte). Si une très petite dose peut causer un effet, le contaminant est considéré comme plus toxique qu'une substance qui cause des effets adverses seulement lorsque la dose est importante. Par exemple, la toxine botulinique est extrêmement dangereuse, même en quantités minuscules (la dose mortelle est d'environ 0,00001 mg/kg de poids corporel), et elle cause plusieurs décès par empoisonnement alimentaire chaque année au Canada. Heureusement, seules quelques substances sont très toxiques et il est possible de choisir les risques pour la santé que nous voulons tolérer.

La toxicité aiguë de différentes substances est souvent exprimée en  $DL_{50}$  (dose létale - 50). Il s'agit de la quantité d'une substance qui tuerait 50 % des animaux de laboratoire, tels que les rats. On devrait noter que les  $DL_{50}$  sont généralement calculées en utilisant une seule dose par voie buccale (par la bouche) administrée à un animal de laboratoire. Dans la vie réelle, les niveaux d'exposition sont toujours beaucoup plus faibles et l'exposition peut s'étendre sur plusieurs jours, semaines, mois ou même années (c.à.d. qu'il ne s'agit pas d'une dose unique) et elle peut mettre en cause différentes voies d'exposition

ou même des voies d'exposition multiples. D'autre part, bien qu'il y ait de nombreuses similarités entre la façon dont fonctionnent les organismes du rat et des êtres humains, ils ne sont pas identiques. Ainsi, on doit toujours interpréter les résultats pour la santé des êtres humains. Toutefois, les  $DL_{50}$  constituent un moyen utile pour juger l'importance de la toxicité d'une substance relativement à une autre. Par contre, le système n'est pas très utile lorsque l'on essaie de déterminer les effets à long terme d'une exposition à des doses plus faibles non létales de produits chimiques. On peut utiliser d'autres tests sur les animaux de laboratoire pour évaluer les effets de l'exposition à long terme. Nous donnons au TABLEAU 1 ci-dessous des exemples des  $DL_{50}$  de certaines substances.

## TABLEAU 1 :

### Exemples des $DL_{50}$ de plusieurs substances communes chez les rats de laboratoire

Substances	$DL_{50}$ *	Toxicité
Sel de table	3 000	Faible
Aspirine	1 500	↓
Phénobarbital	660	
DDT	150	
Plomb	100	
Plomb tétraéthyle	35	
Cyanure de potassium	10	

\* Les  $DL_{50}$  sont généralement exprimées en nombre de milligrammes de la substance par kilogramme de poids corporel.

Le concept de la  $DL_{50}$  peut aussi s'appliquer aux doses provenant du rayonnement ionisant, bien que la définition soit légèrement différente de celle des contaminants chimiques. Plutôt que d'être exprimée en quantité de substance ingérée par kilogramme de poids corporel, la  $DL_{50}$  pour le rayonnement ionisant est définie en tant que quantité d'énergie transmise aux tissus par le rayonnement ionisant, mesurée en joules par kilogramme de poids corporel. Cette quantité est appelée la *dose absorbée* de rayonnement et elle est mesurée en grays (Gy, 1 Gy = 1 joule par kilogramme). La  $DL_{50}$  pour des corps exposés de façon aiguë et non traités médicalement est d'environ 3 à 5 Gy. Cela dit, grâce à un traitement médical moderne, bien des personnes peuvent être sauvées lorsqu'elles ont été exposées à des doses aussi élevées que 8 à 10 Gy. Les doses de cette magnitude sont exceptionnellement élevées et elles pourraient seulement être reçues dans des situations d'urgence sévères.

La plupart du temps, les contaminants chimiques sont excrétés sous une forme légèrement modifiée ou en tant que sous-produits métaboliques. S'ils ne sont pas excrétés, les contaminants ou leurs sous-produits sont entreposés dans le corps où ils peuvent se bio-accumuler dans les tissus. Les effets sur la

Pour plus de renseignements sur la façon de mesurer le rayonnement ionisant, voir **Annexe D.**

santé peuvent ne pas être remarqués jusqu'à ce qu'un certain niveau soit atteint. Parfois, les contaminants peuvent prendre de nombreuses années avant de causer des effets sur la santé. Le temps entre la première exposition et l'observation d'un effet sur la santé est appelé **période de latence**. De nombreux types de cancer ont des périodes de latence de vingt à trente ans.

De nombreux produits chimiques organochlorés toxiques, tels que les BPC, sont entreposés dans les tissus gras, tandis que certains métaux, tels que le plomb, sont entreposés principalement dans les os. Les autres tissus et organes qui entreposent souvent les produits chimiques comprennent le foie, les reins et le cerveau. Certains produits chimiques peuvent aussi s'accumuler dans le lait maternel, lequel peut alors constituer un trajet d'exposition important pour les enfants allaités de cette façon.

### ***Méthodes d'enquête sur les relations dose-réponse***

L'étude des relations dose-réponse des contaminants chimiques se fait principalement par l'entremise d'études toxicologiques en utilisant des animaux de laboratoire. Dans certains cas, lorsque les données sont particulièrement claires et convaincantes, des études épidémiologiques sur les êtres humains peuvent être utilisées pour fournir des renseignements sur les relations dose-réponse. De telles études sur les êtres humains comprennent des études sur la santé au travail et des études cliniques, ainsi que des études sur les empoisonnements accidentels. Dans la plupart des autres études sur les êtres humains, il n'y a pas suffisamment de renseignements pour établir une relation réelle dose-réponse, en raison des difficultés de contrôler et de quantifier l'exposition exacte et la réaction qui en découle. Les études toxicologiques et épidémiologiques sont décrites ci-dessous.

### ***Études toxicologiques***

Des études toxicologiques peuvent nous renseigner indirectement sur les substances toxiques et les risques pour la santé humaine qu'elles peuvent engendrer. Ces études sont réalisées sur les animaux de laboratoire ou d'autres modèles qui reproduisent approximativement les effets sur la santé des êtres humains. Les expositions et les doses de contaminants peuvent être soigneusement contrôlées au cours de ces études.

Voici une indication des types d'études toxicologiques les plus courantes :

- Les *études de toxicité aiguë* examinent les effets sur la santé d'une dose importante unique d'une substance administrée à un animal de laboratoire. Ces études sont utilisées surtout pour déterminer quel effet précis, à court terme, une substance peut produire sur la santé. Cet effet est ensuite comparé à la toxicité aiguë d'autres substances, afin de déterminer les dosages plus faibles qu'il faut utiliser dans les études à long terme.
- Les *études de toxicité subchronique* examinent les effets sur la santé d'une exposition plus longue à des doses plus petites d'une substance. On utilise généralement des périodes de quatre-vingt-dix jours ou plus. En utilisant plusieurs niveaux d'exposition, on est en mesure d'explorer la relation exacte entre la dose et les effets sur la santé.

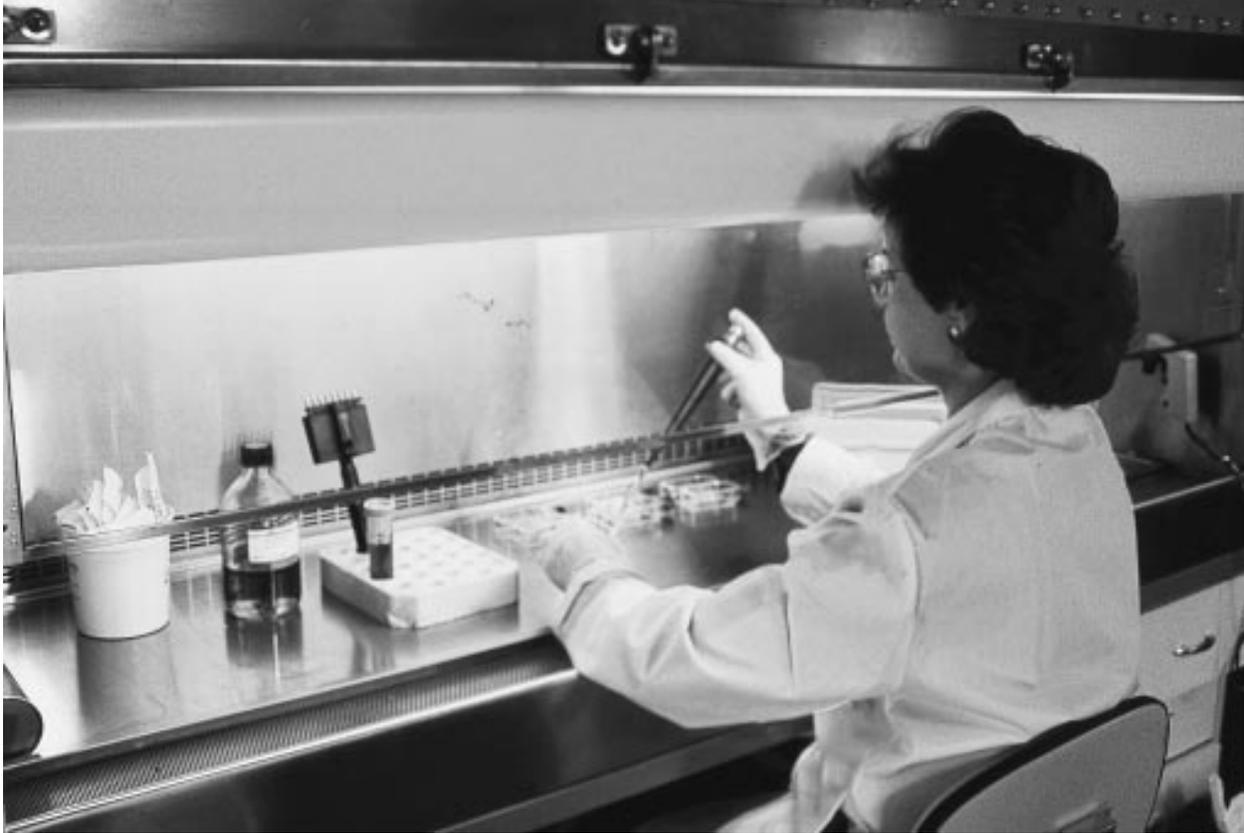
- Les *études de toxicité chronique* et les *titrages biologiques de cancérogénicité* recherchent les effets sur la santé qui se produiront seulement après une très longue exposition à une substance. La plupart des effets sur la santé deviennent évidents durant les études subchroniques. Toutefois, certains effets se développent très lentement (p. ex., le cancer) et ils peuvent apparaître après des expositions qui ont duré presque toute une vie. Les études de toxicité chronique sont les plus importantes lorsqu'il s'agit d'évaluer les risques potentiels pour la santé chez les êtres humains, étant donné que les conditions expérimentales sont similaires à celles auxquelles la population en général est normalement exposée, c'est-à-dire une exposition à long terme et à faible niveau aux produits chimiques et à la radioactivité.
- Les *études métaboliques et pharmacocinétiques* déterminent ce qui arrive à une substance, à l'intérieur d'un organisme vivant. C'est-à-dire, avec quelle rapidité celle-ci est absorbée, métabolisée, transportée partout dans l'organisme et excrétée par celui-ci. Les résultats de telles études sont utilisés pour favoriser l'interprétation des résultats d'autres études et pour comparer les tests réalisés sur différents genres d'organismes vivants.
- Les *études sur la toxicité génétique* examinent les changements génétiques dans les bactéries, les champignons, les plantes, les insectes, les petits mammifères ou les cellules des mammifères cultivées dans une culture spéciale. Bien que ces tests soient à court terme, ils peuvent permettre d'identifier des mutations génétiques.
- Les *analyses de structure-activité* prennent la structure chimique d'un contaminant et essaient de prédire les effets toxiques ou cancérogènes basés sur les propriétés chimiques et physiques du contaminant et sur sa structure moléculaire. Les exemples de telles propriétés comprennent les types de liens chimiques ou le nombre d'atomes de chlore dans les composés organochlorés. De telles études ont eu quelque succès, mais elles sont loin d'être parfaites.

### *Études épidémiologiques*

L'épidémiologie est l'étude de l'évolution des maladies dans les populations ainsi que celle des facteurs qui influencent ces maladies. La forme la plus simple d'une étude épidémiologique examine l'évolution des maladies (morbidité) et les décès (mortalité) dans une population définie d'êtres humains, et examine les facteurs possibles qui pourraient y contribuer. Pour des raisons d'éthique évidentes, les personnes ne peuvent pas être utilisées pour vérifier les effets sur la santé de la plupart des contaminants environnementaux. En conséquence, des études d'observation servent généralement à enquêter sur les effets toxiques causés par des expositions passées ou constantes aux contaminants de l'environnement.

Nous résumons ci-dessous les types les plus communs d'études épidémiologiques d'observation :

- Les *études écologiques* examinent la distribution d'un effet particulier sur la santé dans un certain nombre de zones ou de régions. Ces études peuvent utiliser de grandes bases de données comme les registres des cancers ou les bases de données sur l'incidence des maladies. Dans une



étude écologique, les renseignements concernant la santé et l'exposition de chaque personne ne sont pas connus. L'étude compare plutôt les taux de maladie de l'ensemble de la population dans chaque région et peut identifier des excès inhabituels de maladies dans certains secteurs. Les études écologiques ne peuvent pas offrir un contrôle parfait des facteurs confondants possibles, tels que le style de vie (p. ex., le tabagisme ou le régime alimentaire), qui pourraient contribuer à la maladie. En conséquence, elles ne peuvent pas, par elles-mêmes, établir une relation de cause à effet. Ces études sont plutôt utiles pour identifier des différences dans les taux de maladie et elles permettent d'élaborer des hypothèses au sujet des raisons expliquant de telles différences. Ces hypothèses peuvent alors faire l'objet d'enquêtes plus rigoureuses dans des études plus approfondies.

- Les *études transversales* déterminent la présence ou l'absence des problèmes de santé, et la présence ou l'absence d'exposition dans un sous-ensemble de la population soumis à l'étude. Ces études sont souvent réalisées en utilisant des questionnaires de sondage, et les facteurs confondants comme le style de vie (par ex., le tabagisme, le régime alimentaire), peuvent être évalués pour chaque personne et offrir ainsi une meilleure compréhension des facteurs affectant la maladie soumise à l'enquête. Si la maladie est très rare, le nombre de gens dont on aura besoin pour effectuer une étude valable de la relation deviendra très important.

- Les *études cas-témoins* examinent la relation entre une maladie et les causes possibles en comparant un groupe de personnes qui ont, ou ont déjà contracté la maladie, à un groupe qui ne l'a pas. Pour chaque personne dans chaque groupe, l'étude obtient les renseignements au sujet de l'exposition passée aux contaminants et d'autres facteurs de style de vie, et compare alors ces groupes pour voir s'il existe des différences dans les taux d'exposition, tout en prenant en considération tous les autres facteurs. Les études cas-témoins sont parmi les formes les plus communes d'étude épidémiologique.
- Les *études de cohorte* comparent un groupe exposé à un agent, à un groupe non exposé ou moins exposé et détermine la différence dans les incidences de maladies entre les deux groupes. Les groupes de population sont appelés cohortes. L'étude prospective suit les personnes dans cette cohorte, sur une certaine période, et note les incidences de maladie au fur et à mesure qu'elles se produisent. Une étude rétrospective compare les dénouements des maladies dans les deux cohortes, en reculant dans le temps, longtemps après que l'exposition s'est produite. Les études de cohorte sont souvent utilisées pour examiner les effets des expositions au travail sur des groupes de travailleurs.

Les études épidémiologiques peuvent recueillir de nouveaux renseignements ou elles peuvent être basées sur des données historiques. Les dossiers des hôpitaux, les registres de maladies, les assureurs d'assurance-maladie et Statistique Canada fournissent tous des données pour des études épidémiologiques à grande échelle, une fois que les renseignements personnels ont été retirés. De la même manière, on peut obtenir des renseignements utiles en reliant les bases de données informatisées actuelles (p. ex., en comparant les dossiers de mortalité par le cancer à ceux de l'exposition au rayonnement dans les conditions de travail).

Les études épidémiologiques présentent certains inconvénients. Même si l'on utilise des méthodes éprouvées et qu'il existe une association entre l'exposition et l'incidence, on ne peut pas déclarer d'une façon catégorique qu'il y a une relation de cause à effet. Les études épidémiologiques, même celles qui sont relativement importantes, peuvent être insensibles aux petits effets. De plus, il est souvent nécessaire de poursuivre ces études pendant de nombreuses années pour évaluer de façon adéquate le développement des maladies dans les populations exposées (p. ex., les études de cancérogènes suspects). Bien que ces études présentent certains inconvénients, il est toujours préférable d'avoir de bonnes études épidémiologiques lorsque l'on évalue les risques toxicologiques chez les humains. Même avec des données de bonne qualité provenant d'études faites sur les animaux, il persiste toujours un certain doute lorsque l'on extrapole les risques potentiels sur la santé des êtres humains.

Les résultats des études toxicologiques et épidémiologiques sont utilisés pour déterminer la relation dose-réponse des produits chimiques individuels. Pour certaines substances, aucun effet sur la santé ne peut être observé, lorsque la dose d'exposition descend en dessous d'un certain niveau. Ce niveau est appelé la dose seuil. Pour d'autres, particulièrement certaines substances qui

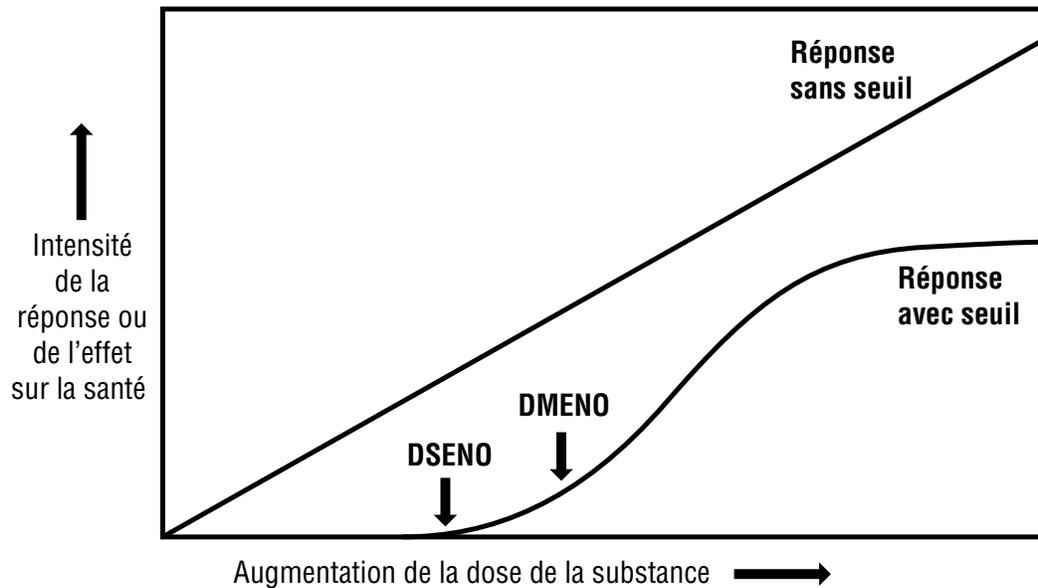
---

*Pour plus de renseignements sur la compréhension du risque de la maladie causé par des expositions aux contaminants, tels qu'ils sont décrits dans les études épidémiologiques, voir **Annexe B**.*

causent le cancer en affectant directement le matériel génétique de la cellule, on considère qu'il n'y a pas de dose seuil. Dans ces cas, on prend pour acquis qu'il y a un risque, bien qu'il soit extrêmement minime, de développer un cancer même à des doses très faibles. Les types avec seuil et sans seuil des relations dose-réponse sont indiqués à la FIGURE 5 ci-dessous.

## FIGURE 5 :

### Relation dose-réponse



DSENO - Dose sans effet nocif observé - Le niveau d'exposition à un produit chimique auquel aucun effet nocif n'a été observé durant les études avec des animaux de laboratoire ou au cours des études épidémiologiques chez les êtres humains.

DMENO - Dose minimale avec effet nocif observé - Le niveau le plus bas d'exposition à un produit chimique auquel des effets nocifs sont observés durant les études avec des animaux de laboratoire ou au cours des études épidémiologiques chez les êtres humains.

Pour les substances qui ne causent pas le cancer, ou pour les effets non cancérigènes des substances qui causent le cancer, il est possible d'estimer un niveau d'exposition en dessous duquel les effets sur la santé humaine ne devraient pas se produire. Pour ces substances, les études toxicologiques sur les animaux de laboratoire, ainsi que les études épidémiologiques, servent à établir la dose sans effet nocif observé (*DSENO*), lorsque la concentration de la substance n'entraîne pas d'effets nocifs pour la santé, ou la dose minimale avec effet nocif observé (*DMENO*), qui est la concentration la plus basse d'un contaminant à laquelle on peut observer des effets nocifs sur la santé. Cette dose seuil est alors convertie en une dose considérée acceptable pour les êtres humains en utilisant un facteur d'incertitude (FI). Le facteur d'incertitude prend en ligne de compte les difficultés d'appliquer les résultats des tests d'animaux de laboratoire aux humains, les différences entre les personnes dans la façon dont elles réagissent et dont elles transforment les substances, et la quantité de données expérimentales dont on dispose pour

évaluer ces substances. En divisant la *DSENO* ou la *DMENO* des animaux par le facteur d'incertitude - généralement par 100, parfois même par plusieurs milliers - on peut calculer des doses journalières tolérables (DJT) pour les être humains. La dose journalière tolérable est une valeur qui sous-entend qu'une exposition au cours de la vie entière au-dessus de ce niveau peut entraîner un risque accru pour la santé, en se basant sur les meilleures preuves scientifiques dont on dispose. Le risque provenant des expositions à court terme au-dessus de la DJT est en général minime.

$$\text{DJT} = \frac{\text{DSENO ou DMENO}}{\text{FI}}$$

Dans le cas des produits chimiques reconnus comme étant cancérogènes, il est indispensable d'utiliser une technique autre que la DJT. On prend généralement pour acquis que les contaminants cancérogènes connus ont une dose-réponse sans seuil, de sorte qu'il risque de ne pas y avoir de niveau d'exposition à ces contaminants en dessous duquel la santé ne serait pas affectée. Pour de telles substances, on doit décider jusqu'à quel point l'on peut accepter un risque de cancer, de façon à établir des niveaux de dose acceptable. Divers niveaux de risque acceptables sont actuellement utilisés partout dans le monde, selon des circonstances particulières. Ces niveaux varient souvent entre un décès supplémentaire par cancer par 10 000 personnes exposées au contaminant durant leur existence entière, jusqu'à un décès supplémentaire par cancer par million de personnes exposées.

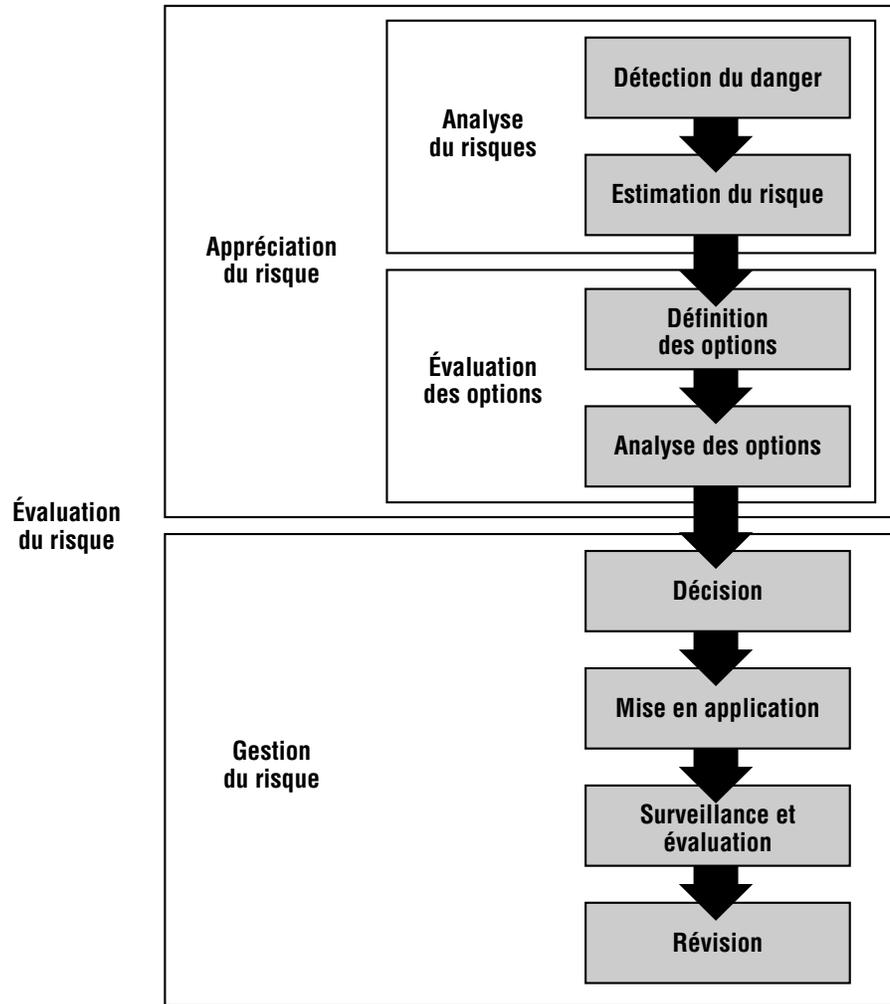
Une fois qu'un niveau de risque acceptable est établi, il est possible de calculer une dose à laquelle les gens peuvent être exposés sur une base quotidienne au cours de toute leur vie, et qui ne dépassera pas le niveau accepté de risque de cancer. En d'autres termes, si les gens sont exposés à une certaine quantité d'un cancérogène chaque jour de leur vie et que cette quantité se trouve en dessous de cette dose calculée, leur risque de cancer se situera en dessous du niveau de risque acceptable. Étant donné que cette dose «acceptable» est reliée directement à la décision concernant un niveau de risque acceptable, on l'appelle dose spécifique aux risques (DSR). La dose spécifique aux risques est calculée en divisant le niveau de risque acceptable par un indice de la pente. Chaque cancérogène a son propre indice de la pente déterminé par les résultats des études en laboratoire et des études épidémiologiques. En quelque sorte, l'indice de la pente indique ce que représente le risque de cancer pour chaque dose possible de contaminant. La ligne droite à la figure 5 représente un tel indice de la pente.

$$\text{Dose spécifique aux risques} = \frac{\text{Niveau de risque acceptable}}{\text{Indice de la pente}}$$

Lorsque les êtres humains sont exposés à des quantités de produits chimiques qui dépassent la dose journalière tolérable ou la dose spécifique aux risques, il peut alors y avoir un niveau de risque inacceptable. Le calcul et la comparaison de tels niveaux de risque sont appelés «analyse de risques». L'analyse de risques constitue la première étape d'une étude plus vaste appelée «l'évaluation du risque». Les études d'évaluation du risque sont utilisées pour soupeser les risques pour la santé des contaminants par rapport aux avantages qu'ils apportent à la société sous forme de procédés industriels ou de produits causant la contamination. Nous illustrons à la figure 6 les étapes par lesquelles passe Santé Canada pour évaluer un risque.

**FIGURE 6:**

**Évaluation du risque : Étapes dans l'appréciation et la gestion du risque**



---

*Si vous voulez en savoir plus au sujet des risques, référez-vous aux ouvrages suivants :*

*Santé Canada. L'évaluation du risque pour la santé. Direction de la protection de la santé : Le défi de la protection de la santé. Numéro de catalogue : H49-40/1993F, 1993.*

*Paustenbach, D.J. (ed.). The Risk Assessment of Environmental and Human Health Hazards: A Textbook of Case Studies. John Wiley and Sons, Toronto, Ont., 1989.*

### ***Limites recommandées à l'exposition au rayonnement***

Des limites pour l'exposition aux rayonnements provenant de sources artificielles, pour le public, ont été émises par la Commission internationale de protection radiologique (CIPR), et ont été établies à 1 *mSv* par an. Dans cette limite, il est implicite que les expositions doivent être aussi faibles que ce que l'on pourrait raisonnablement atteindre. Cette limite est sur le point d'être adoptée par la Commission de contrôle de l'énergie atomique du Canada (CCEA). Elle s'applique à la dose totale reçue provenant de toutes les sources internes et externes, mais ne comprend pas le rayonnement d'origine naturelle auquel tout le monde est exposé ni les expositions reçues à des fins médicales. Les doses réelles reçues par le public, provenant de sources artificielles, sont beaucoup plus faibles que cette limite. Les sources artificielles comprennent les niveaux de radionucléides naturels causés par des activités humaines comme, par exemple, l'exploitation des gisements d'uranium. De plus, la dose totale sur les limites du site des installations nucléaires ne peut pas dépasser 0,05 *mSv* par an telle que stipulée par la CCEA. En comparaison, la dose reçue à partir d'un rayonnement d'origine naturelle est d'environ 3 *mSv* par an.

Santé Canada a émis des directives concernant les radionucléides dans l'eau potable. La dose totale reçue provenant de la consommation d'eau potable ne devrait pas dépasser 0,1 *mSv* par an, et ceci comprend la dose provenant de tous les radionucléides qui existent à l'état naturel dans l'environnement, ainsi que ceux qui sont artificiels. Ce niveau de dose correspond à un risque théorique d'environ 5 décès supplémentaires par cancer par million de personnes exposées.

## 5. QUELS EFFETS PEUVENT AVOIR LES CONTAMINANTS SUR LA SANTÉ?

---

**C**e chapitre résume les effets sur la santé qui découlent d'un certain nombre de contaminants dans le milieu. Une bonne référence générale est : *Les produits chimiques toxiques dans les Grands Lacs et leurs effets connexes*. 1991. Volumes I, II et Synopsis. Environnement Canada, ministère des Pêches et Océans et Santé et Bien-être social Canada. Numéro de catalogue : En 37-95/1990-1F (volumes I et II), En 37-94/1990F (Synopsis).

### 5.1 Les produits chimiques

#### ***Les BPC***

On a retrouvé des BPC dans les graisses des êtres humains et le lait maternel de Canadiennes, et de personnes vivant dans d'autres pays. Toutefois, on ne dispose pas suffisamment de renseignements pour dire si ces niveaux sont à la hausse ou à la baisse. On sait par contre que les niveaux chez les gens qui vivent dans le bassin des Grands Lacs sont à peu près identiques à ceux des autres populations.

Les BPC appartiennent en réalité à une famille de produits chimiques qui ont des structures très similaires. Les membres individuels de cette famille sont appelés congénères. Tous les BPC ne sont pas également toxiques. Chez les animaux, les expositions élevées à court terme peuvent réduire la durée de la vie, être toxiques pour le foie, empêcher la croissance et le développement normaux, supprimer le système immunitaire et causer des problèmes de reproduction et le cancer. L'effet réel dépend de la dose et du type de BPC. Il est peu probable que les BPC puissent «déclencher» eux-mêmes le cancer. Ils risquent plutôt d'agir comme «promoteurs» une fois que le cancer a déjà commencé à se développer.

Il y a dix ans environ, les chercheurs pensaient encore que tous les BPC étaient similaires et qu'ils étaient à peu près également toxiques. On se contentait donc de mesurer la quantité totale de tous les BPC. Nous savons maintenant que les différents «congénères» ne sont pas nécessairement toxiques au même niveau. En conséquence, il est difficile de dire ce que représente réellement la toxicité du «total des BPC» des anciennes études. À l'heure actuelle, les recherches de BPC s'astreignent à mesurer les niveaux des congénères individuels de BPC et à mieux comprendre leurs effets.

Référence générale : Kimbrough RD, 1987. Human health effects of polychlorinated biphenyls (PCBs) and polybrominated biphenyls (PBBs). *Annual Review of Pharmacology and Toxicology*. 27:87-111.

#### ***Les dioxines et les furannes***

Comme les BPC, les dioxines et les furannes ont été découverts dans les graisses des êtres humains et dans le lait maternel. Le type le plus toxique de dioxine/furanne est appelé 2,3,7,8-tétrachlorodibenzo-p-dioxine (TCDD), mais sa toxicité est différente selon les espèces. Les cobayes sont les espèces qui semblent les plus sensibles jusqu'ici, alors que les hamsters sont les

moins sensibles. Des expositions élevées chez les animaux causent une maladie de la peau appelée chloracné, des pertes de poids, des effets sur le thymus (utilisé pour garantir le bon fonctionnement du système immunitaire) et la mort. Les expositions à plus long terme peuvent endommager le foie et entraîner des pertes de poids, des effets sur le système de reproduction et sur le système immunitaire, et affecter le développement normal. Une exposition à vie chez les rats et souris de laboratoire a entraîné une incidence accrue du cancer du foie et d'autres organes. Toutefois, comme c'est le cas des BPC, on pense que les dioxines et les furannes «favorisent» le cancer qui s'est déjà déclaré.

Les expositions accidentelles des gens aux dioxines et aux furannes, telles qu'à Seveso en Italie et au Vietnam, ont causé du chloracné, mais les comptes rendus de cancer et d'effets sur le développement n'ont pas été confirmés. Les dioxines et les furannes sont souvent présents sous forme de mélange de types différents. Étant donné que le 2,3,7,8-TCDD est la forme la plus toxique, la toxicité des autres types de dioxines et de furannes est calculée en les comparant à la toxicité du 2,3,7,8 - TCDD. La toxicité des autres dioxines et furannes varie d'environ 0,001 (un millier de fois moins toxique) à 1,0 (toxicité égale).

Référence générale : Programme international sur la sécurité des produits chimiques, 1989, *Critères environnementaux pour la santé 88 : Polychloro dibenzo-para-dioxines et polychloro dibenzo furannes*. Organisation mondiale de la santé, Genève.

### ***Le DDT et ses produits de fractionnement***

Le DDT et ses produits de fractionnement se trouvent partout dans l'environnement. Le DDT se fractionne en DDE et autres composés. Le DDE est moins toxique pour les êtres humains que le DDT, mais il est plus stable. Le DDE présente aussi une plus forte attraction aux graisses que le DDT. En conséquence, le DDE, plutôt que le DDT, constitue le principal contaminant entreposé dans les tissus des êtres humains.

Le DDT et le DDE causent plusieurs effets secondaires chez les animaux, dont l'hépatomégalie, c'est-à-dire, l'augmentation du volume du foie, la mort du foie, le cancer ainsi que des effets sur les systèmes nerveux, immunitaire et reproductif. Par contre, les renseignements sur les effets concernant les êtres humains sont beaucoup moins nombreux. On a rapporté seulement quelques cas d'empoisonnement au DDT. Toutefois, l'exposition à des niveaux relativement élevés de DDE dans le lait maternel peut entraîner des réflexes plus lents que la normale chez les bébés.

Référence générale : Programme international sur la sécurité des produits chimiques, 1989. *Critères d'hygiène de l'environnement 83 : le DDT et ses dérivés - Aspects environnementaux*. Organisation mondiale de la santé. Genève.

### ***Le cadmium***

La plus grande partie du cadmium est entreposée dans le foie et les reins. Étant donné que le cadmium ne peut pas se fractionner et qu'il n'est pas facilement expulsé du corps, les niveaux de cadmium ont tendance à

augmenter avec l'âge. Les principaux effets à long terme d'une exposition à un faible niveau de cadmium sont une réduction de la fonction des poumons, l'emphysème et les maladies des reins. Il peut y avoir aussi des effets sur le système circulatoire et le squelette. Une maladie appelée «itai-itai», remarquée pour la première fois au Japon, est reliée à la consommation de faibles niveaux de cadmium sur de longues périodes. Les victimes de l'itai-itai souffrent en général d'un ramollissement des os, de douleurs au dos et de fractures osseuses spontanées. Selon certaines indications, le cadmium pourrait être aussi cancérigène. Une étude sur un groupe de travailleurs en Angleterre a permis de découvrir qu'il y avait une relation entre l'exposition au cadmium et le cancer de la prostate. Le cadmium s'est avéré cancérigène chez plusieurs espèces d'animaux de laboratoire, y compris les rats.

Référence générale : Friberg L, Elinder C-G, Kjellström T, Nordberg GF (eds). *Cadmium and Health: a Toxicological and Epidemiological Appraisal. Volume I: Exposure, Dose, and Metabolism* (1985), et *Volume II: Effects and Response* (1986). CRC Press, Boca Raton, Floride.



### **Le mercure**

Le mercure peut exister sous trois formes : en tant que mercure métallique pur; sous forme de composés inorganiques tels que le chlorure mercurique et en tant que composés organiques comme le mercure alkyle. Le mercure inorganique peut être converti en mercure organique par les bactéries et autres organismes vivants, particulièrement dans les lacs et les rivières. La forme organique peut se concentrer chez les poissons et les rendre toxiques pour les êtres humains.

Le mercure organique est plus toxique que le mercure métallique pur ou le mercure inorganique. Deux épidémies importantes d'empoisonnement au mercure organique se sont produites au Japon, dans la baie de Minamata et à Niigata. Ces deux épidémies avaient été causées par la pollution au mercure provenant de l'industrie et de l'accumulation subséquente du mercure chez les poissons qui étaient ensuite consommés. Le plus important incident connu d'empoisonnement au mercure organique s'est produit en Iraq. En 1971-1972, des semences, que l'on avait arrosées de pesticide à base de mercure pour empêcher leur

pourrissement, ont servi à la fabrication de pain. Après avoir consommé du pain fait de ces semences, plus de 6 000 personnes ont dû être hospitalisées, et l'on a compté plus de 500 décès. Au Canada, les effets du mercure sur la santé ont fait l'objet d'enquêtes dans les collectivités d'Indiens et d'Inuit, où l'on consommait du poisson et de la viande d'animaux sauvages contaminés. Bien que l'on n'ait pas pu découvrir d'empoisonnement sévère au mercure organique, un grand nombre des symptômes rapportés semblaient indiquer la présence d'empoisonnements bénins.

Les premiers symptômes de l'empoisonnement au mercure comprennent une sensation de picotement dans les mains ou les pieds, le rétrécissement concentré du champ visuel et des troubles d'élocution. Chez les animaux, le mercure inorganique a été relié à la détérioration des reins et à des anomalies de croissance et de développement. Les formes inorganiques et les formes organiques du mercure risquent toutes deux d'affecter le système immunitaire.

Référence générale : Goyer, RA, 1991. Toxic effects of Metals. In Amdur MO, Doull J, Klaassen CD (eds), *Casarett and Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons, 4th ed.* Pergamon Press, New York.

## 5.2 Les micro-organismes

Les bactéries, les virus, les protozoaires et les champignons peuvent être la cause d'une large variété d'effets sur la santé qui vont de symptômes peu importants, comme l'écoulement nasal, jusqu'au décès. Les infections par les bactéries, les virus, les protozoaires et les champignons peuvent se déclarer en n'importe quel endroit du corps. Toutefois, les bactéries, les protozoaires, et peut-être les virus, dans l'eau contaminée, sont reliés aux infections des yeux, des oreilles, du nez et de la gorge, à des problèmes de peau et à de mauvaises digestions.

Référence générale : Burton G.R.W. 1992. *Microbiology for the Health Sciences, Fourth Edition.* Lippincott, Philadelphie.

## 5.3 Le rayonnement

Les conséquences sur la santé du rayonnement ionisant dépendent de l'importance de la dose reçue et de la durée de l'exposition. Dans le cas d'une exposition au rayonnement à des niveaux faibles, que l'on retrouve généralement dans l'environnement, la durée de l'exposition constitue la source de préoccupation la plus importante. Les principaux effets sur la santé reliés à des expositions chroniques (à long terme) à ces mêmes niveaux se traduisent par l'apparition de divers cancers tels que le cancer des os, de la thyroïde ou du poumon ainsi que des cataractes dans l'oeil. Les cancers causés par le rayonnement peuvent très bien n'apparaître que plusieurs décennies après l'exposition. Les cancers causés par le rayonnement ne peuvent pas se distinguer de ceux qui ont d'autres causes. Bien qu'il y ait un faible risque d'effets héréditaires, on n'a trouvé chez les descendants d'êtres humains aucune preuve concluante de ces effets, qui sont attribuables soit à un rayonnement naturel soit à un rayonnement artificiel.

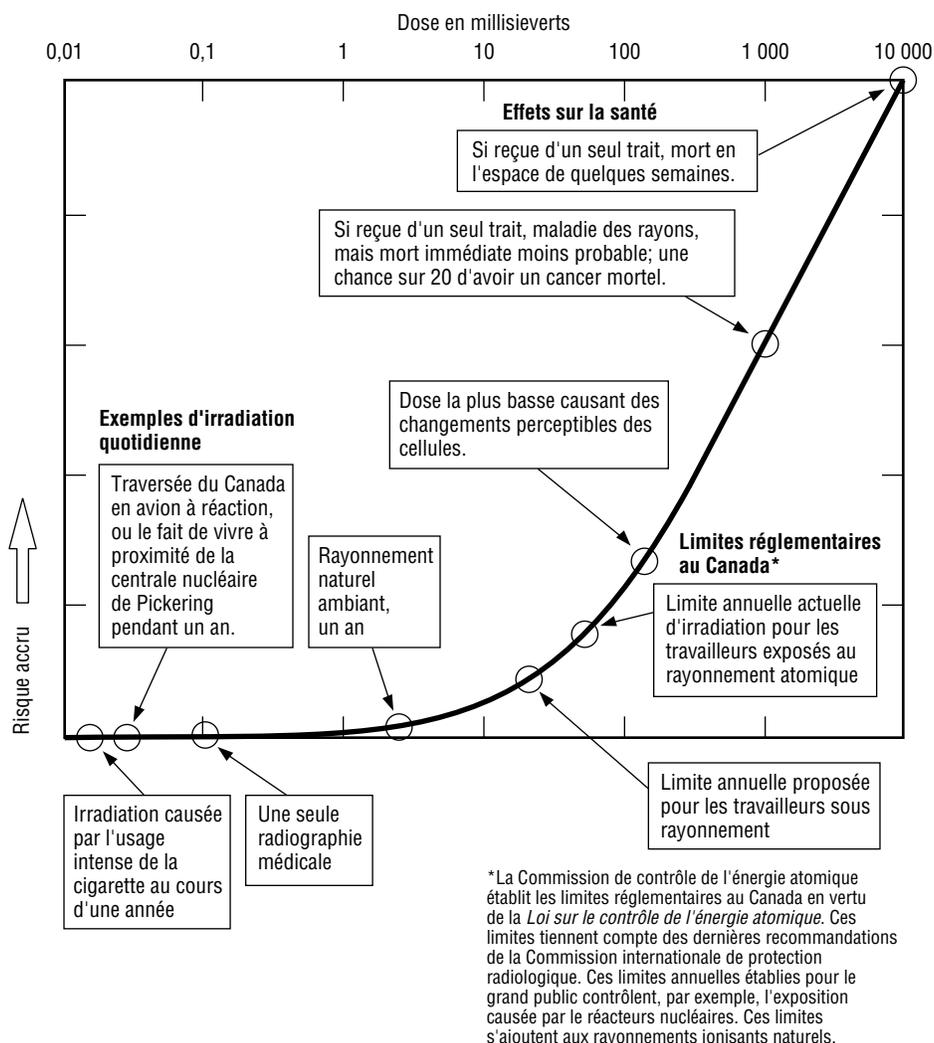
Généralement, on considère que même les plus petites doses de rayonnement ionisant posent un risque potentiel de cancer, et que ce risque est proportionnel à la dose reçue. Toutefois, cette hypothèse est simple et tout porte à croire qu'elle soit aussi conservatrice.

Le rayonnement ultraviolet peut causer le cancer de la peau et les cataractes. Selon certaines indications, l'augmentation du rayonnement UV causée par l'amincissement de la couche d'ozone entraînerait un plus grand nombre de cas de cancer de la peau et de cataractes. Les effets des champs électromagnétiques sur la santé sont encore mal compris. Selon certaines études, il pourrait exister une faible association entre un risque accru de certains cancers (p. ex., leucémie, cancer du cerveau) et l'exposition aux champs électromagnétiques.

Référence générale : Hende, W.B., 1984. *Health Effects of Low-Level Radiation*. Appleton-Century-Crofts, Norwalk, Connecticut.

## FIGURE 7 :

### Exposition au rayonnement et limites



## 5.4 Les particules (poussière)

Les particules peuvent être dangereuses de trois façons :

- Certaines des particules elles-mêmes peuvent être toxiques ou posséder des éléments toxiques qui sont absorbés par la particule;
- Un trop grand nombre de particules accumulées sur une courte période risque d'affecter ou de bouleverser la capacité des poumons d'évacuer les substances indésirables;
- Les particules peuvent exercer une interaction avec d'autres polluants de l'air et agir d'une façon synergétique. C'est-à-dire que l'effet de deux contaminants ou plus agissant ensemble est plus important que la somme des effets attribuables à chacun des contaminants.

En général, les particules déposées dans le système respiratoire ont tendance à aggraver toute maladie pulmonaire ou cardiaque déjà présente. Certains chercheurs prétendent que d'autres mécanismes de défense du corps risquent aussi d'être affectés. Les enfants, les personnes âgées, les asthmatiques, les fumeurs, les personnes souffrant de maladie cardiaque et celles qui sont atteintes de la grippe ou de la bronchite peuvent courir des risques particuliers lorsque les niveaux de particules sont élevés.

## 5.5 Effets sur la santé particulièrement inquiétants

Dans la plupart des études épidémiologiques et toxicologiques reliées aux contaminants du milieu, les enquêtes n'ont porté que sur une fourchette relativement peu étendue d'effets sur la santé. Au cours de nombreuses études, on a examiné la façon dont les contaminants pouvaient causer le cancer, chez des populations humaines ou chez des animaux de laboratoire. D'autre part, l'action mutagène (p. ex., la possibilité pour un contaminant de changer le matériel génétique héréditaire, ADN) fait souvent l'objet d'études à partir de cultures bactériennes.

Jusqu'à ce jour, le public s'est surtout inquiété de la façon dont les produits chimiques toxiques, tels que les BPC et les dioxines, peuvent causer le cancer. Toutefois, des preuves scientifiques de plus en plus nombreuses semblent indiquer que les contaminants peuvent aussi être reliés à un grand nombre d'autres effets sur la santé qui seraient moins évidents au premier coup d'oeil.

Au cours des vingt dernières années, des études sur la faune du bassin des Grands Lacs et d'autres régions ont démontré que la santé des petits était moins bonne lorsque leurs parents avaient été exposés à des mélanges de produits chimiques persistants. Les effets sur la santé ainsi observés comprenaient des changements de comportement, des pertes de poids et des malformations congénitales. On possède aussi certains renseignements sur les populations humaines exposées aux contaminants qui concordent partiellement avec les études sur la faune.

Les recherches scientifiques semblent maintenant indiquer que les études de mortalité et de cancer devraient être accompagnées d'enquêtes parallèles portant sur d'autres effets qui affectent la santé, particulièrement ceux qui seraient reliés à la croissance et au développement - aussi bien physiques que comportementaux. On s'est efforcé récemment d'enquêter sur les

malformations congénitales, et l'on a mis l'accent sur l'étude de changements moins remarquables dans le développement y compris la capacité d'apprendre, la mémoire et le comportement ainsi que les effets physiques.

Dans de nombreuses collectivités du bassin des Grands Lacs et d'autres régions, l'augmentation des problèmes respiratoires et des allergies, particulièrement chez les enfants, constitue une préoccupation croissante. Par exemple, on a observé un plus grand nombre de cas d'asthme et de conditions connexes chez les enfants vivant dans les régions urbaines. Bien qu'il soit difficile de prouver que certains polluants du milieu ont des effets précis sur la santé, il est important toutefois de surveiller ces types de problèmes de santé par rapport à la présence des contaminants dans le milieu.

Le TABLEAU 2 résume certains des effets sur la santé qui constituent des sources d'inquiétude particulières en ce qui concerne les contaminants du milieu.

## TABLEAU 2 :

### Effets sur la santé particulièrement inquiétants concernant les contaminants du milieu

EFFETS SUR LA SANTÉ	DESCRIPTION
Cancer	<ul style="list-style-type: none"> <li>plus de cent types différents</li> <li>des contaminants sont des «agents initiateurs» du cancer, d'autres, des «agents promoteurs»</li> </ul>
Action mutagène	<ul style="list-style-type: none"> <li>changements dans le matériel génétique héréditaire</li> </ul>
Tératogénicité	<ul style="list-style-type: none"> <li>affecte la croissance et le développement des enfants de la personne exposée, p. ex., exposition aiguë aux BPC</li> </ul>
Impacts reproductifs	<ul style="list-style-type: none"> <li>fertilité réduite : possibilité réduite de produire des oeufs ou du sperme sains. Par exemple, des hommes travaillant dans une usine produisant le pesticide dibromochloropropape (DBCP) sont devenus stériles</li> <li>effets sur le développement des organes reproducteurs manifestes durant l'enfance ou la post-adolescence, (p. ex., dioxine), et affections des voies reproductives</li> </ul>
Neurotoxicité	<ul style="list-style-type: none"> <li>affecte le système nerveux central et/ou le système nerveux périphérique et entraîne des effets adverses sur le développement et le comportement, p. ex., l'effet du plomb sur les capacités d'apprentissage des enfants</li> <li>effets directs sur le système nerveux, p. ex., le mercure affecte la vue et cause une neuropathie périphérique</li> </ul>
Toxicité immunologique	<ul style="list-style-type: none"> <li>réduction de la possibilité pour le corps de combattre la maladie; allergies; maladies d'auto-immunisation</li> </ul>
Effets respiratoires	<ul style="list-style-type: none"> <li>affecte le système respiratoire, c.-à-d., le nez, la gorge et les poumons</li> </ul>
Effets reliés aux micro-organismes	<ul style="list-style-type: none"> <li>affecte le système gastro-intestinal, le système respiratoire, les yeux, les oreilles et la peau</li> </ul>



## 6. COMMENT CONCEVOIR ET ENTREPRENDRE UNE ENQUÊTE SUR LA SANTÉ DE LA COLLECTIVITÉ

---

Une enquête par sondage sur la santé de la collectivité constitue un moyen possible d'élaborer un profil de santé de la collectivité. Les enquêtes ne sont entreprises que dans la mesure où les données existantes sont insuffisantes ou lorsque l'on a besoin de renseignements nouveaux. Il est donc très important de consulter les experts et de vérifier toutes les sources d'information dont vous disposez avant de décider d'entreprendre une enquête. Les enquêtes par sondage prennent beaucoup de temps et demandent beaucoup d'efforts, surtout si un grand nombre de gens doivent en faire partie.

---

### **CONFIDENTIALITÉ DE L'INFORMATION**

*Les renseignements recueillis au cours des enquêtes par sondage sur la santé sont souvent confidentiels et très personnels. Il incombe aux enquêteurs de s'assurer que les données recueillies soient traitées d'une façon strictement confidentielle. Par exemple, on pourra donner à chaque répondant un numéro d'identification et le nom et l'adresse seront séparés du questionnaire. Toutes les données devraient être gardées sous clé et seules les personnes désignées y auront accès.*

Pour réduire le travail et s'assurer que les résultats auront une valeur scientifique, les sondages sur la santé doivent être bien conçus, soigneusement planifiés et faire l'objet de mûres réflexions avant d'être entrepris. Faites appel aux conseils des experts et consultez-en d'autres qui ont réalisé des sondages du même genre. Il est bon de se conformer aux étapes suivantes lors de sondages épidémiologiques :

- Conception du sondage;
- Planification du sondage;
- Réalisation du sondage;
- Interprétation des résultats du sondage;
- Diffusion des résultats du sondage.

Nous résumons ci-dessous certains des principaux points traités sous chacun de ces titres.

### **Conception du sondage**

Un sondage sur la santé de la communauté devrait suivre certaines méthodes scientifiques élémentaires. Celles-ci comprennent la définition de l'objectif du sondage ou du problème à étudier, la définition de la zone géographique où l'enquête doit avoir lieu et le choix de l'échantillon d'étude, définissant une population témoin et concevant les outils de l'enquête par sondage tels que les questionnaires.

### **Définition des objectifs du sondage**

- Sur quoi allez-vous enquêter au cours de ce sondage? Y a-t-il un effet sur la santé ou une maladie en particulier sur lequel l'enquête doit porter? Y a-t-il un type précis de cancer, de condition de reproduction ou autre maladie? Voulez-vous découvrir quelle est la situation de santé de votre collectivité?
- Quel type de sondage pourrait donner les meilleurs résultats? Il existe deux types principaux de sondages. Le sondage interview et le sondage autonome. Dans le sondage interview, une personne possédant la formation nécessaire interroge les gens, soit en personne, soit au téléphone. Dans les sondages autonomes, les gens soumis à l'enquête remplissent eux-mêmes leur questionnaire de sondage et le renvoient.

La technique autonome évite toute possibilité d'idées préconçues de la part de l'interviewer. D'autre part, dans un sondage interview, la proportion des réponses est généralement plus élevée.

### *Choix du secteur et de l'échantillon*

- Quel secteur devriez-vous inclure dans votre sondage? Selon la nature des préoccupations de santé, vous devriez établir des frontières géographiques convenables.
- Sur qui allez-vous enquêter? Toutes les personnes qui se trouvent dans la zone d'étude seront-elles soumises à l'enquête par sondage ou allez-vous choisir un groupe particulier (un échantillon)? Pour des raisons pratiques, il est peu probable que chaque personne puisse être interrogée, particulièrement dans les grands centres. Vous devrez décider sur quoi portera exactement le sondage. Il pourrait s'agir, par exemple, des ménages, de gens travaillant au même endroit, de gens vivant dans le même quartier ou d'enfants fréquentant la même école.
- Comment allez-vous choisir l'échantillon? Les gens faisant partie de l'échantillon doivent être choisis d'une manière qui ne risquera pas de fausser le sondage. En d'autres termes, on devrait choisir dans le secteur de l'étude les gens que l'on interrogera au hasard plutôt que de choisir tous ceux qui seraient, par exemple, en mauvaise santé.

### *Définition d'une population témoin*

- Avec qui comparez-vous les résultats de votre sondage? Voulez-vous enquêter sur un second groupe de gens (groupe témoin) qui ressemble en tous points à la population de votre sondage, sauf en ce qui concerne le contaminant ou le facteur environnemental soupçonné? Ce groupe témoin devrait avoir la même distribution d'âges et de sexes et la même composition socioéconomique que votre population de sondage. Une telle population risque d'être difficile à trouver dans votre collectivité, mais si vous pouvez l'inclure, elle apportera beaucoup de force au sondage.
- Les statistiques sur la santé recueillies par les organismes gouvernementaux et privés peuvent aussi être utilisées comme base pour comparer les données de votre sondage à une situation de santé normalisée. Ces données sont généralement analysées pour des causes de décès ou de maladie importantes et elles sont souvent présentées par âge, sexe et par divers secteurs géographiques (national, provincial, de comté ou subdivision de recensement).

### *Élaboration du questionnaire*

Un questionnaire constitue souvent l'outil fondamental utilisé pour recueillir les renseignements dans une enquête sur la santé. Il est primordial que le questionnaire de sondage soit bien élaboré, qu'il traite exactement le problème soumis à l'enquête et qu'il soit vérifié d'une manière approfondie avant le début du sondage. Il est préférable que l'on utilise des questions tirées de questionnaires standard déjà utilisés. Ces questions peuvent ensuite être adaptées à vos circonstances particulières. Un épidémiologiste peut être extrêmement utile lorsqu'il s'agit d'élaborer des questionnaires et des sondages sur la santé.

Les études par sondage sur la santé recueillent les quatre types de renseignements suivants :

- Caractéristiques démographiques;
- Historique de l'exposition;
- Effets sur la santé;
- Facteurs confondants.

Nous vous présentons ci-dessous les types de questions qu'il est possible d'utiliser pour recueillir ces renseignements. Cette liste est longue mais non exhaustive et vous devriez l'adapter aux objectifs de votre étude.

### *Caractéristiques démographiques*

- Âge et sexe du répondant;
- Groupe ethnique ou culturel (français, anglais, Autochtone, asiatique, africain, etc.);
- Occupation ou type de travail;
- Revenu total du ménage (généralement en tranches de 10 000 \$ ou 15 000 \$);
- Type de voisinage (urbain, rural, de banlieue, etc.);
- Type de logement (unifamilial, multifamilial, maison mobile, etc.);
- Nombre d'années à l'adresse actuelle et dans la collectivité;
- Nombre de personnes vivant dans le ménage;
- Niveau d'instruction du répondant (dernière année de scolarité terminée, collège, université, etc.).

### *Historique de l'exposition*

Cela comprend les questions se rapportant aux trajets et aux voies d'exposition, tels que :

- Les sources d'eau potable (municipalité, puits, en bouteille);
- Habitudes alimentaires;
- Exposition au travail et à la maison, et renseignements sur l'importance de l'exposition aux contaminants.

### *Renseignements sur le travail*

- Liste des emplois, lieux d'emploi, service et dates d'emploi;
- Liste de l'activité principale de l'entreprise ou de l'organisme, ses produits et les processus industriels ou de production utilisés;
- Le type d'endroit du travail en général (usine ou fabrique, laboratoire, véhicule, entrepôt, plein air, bureau, restaurant, hôtel);
- Fonctions précises et matériaux utilisés;
- Milieu de travail (nombre de gens, bruit, température, machines, poussière, fumée, vapeurs, gaz);
- L'utilisation des huiles, solvants, acides et détergents;
- L'exposition aux rayons X et aux micro-ondes.

### Exposition aux produits chimiques au travail

- Acrylonitrile
- Arsenic
- Amiante
- Benzène
- Béryllium
- Éther di(chlorométhyle)
- Poussière de céramique ou talc
- Goudron de houille, matières volatiles
- Huiles, asphalte
- Engrais chimiques
- Émissions de four à coke
- Teintures
- Laques et vernis
- Plomb
- Fibre de verre
- Coton, textile, bois, céréales ou poussière de métaux
- Peintures, colles
- Huiles isopropyliques
- Autres produits pétroliers
- Radioisotopes ou matériaux radioactifs
- Insecticides, pesticides
- Herbicides, fongicides
- Chrome ou chromates



### Exposition aux produits chimiques à la maison

- Plastiques
- Métaux
- Argile
- Bois
- Papier
- Pierre
- Produits vitrifiants
- Émaux
- Pastels
- Teintures
- Plâtre
- Pigments
- Plumes
- Cire
- Verre
- Fixatifs
- Peintures à l'huile
- Peintures à l'acrylique
- Peintures époxydes
- Peintures en aérosol ou au pistolet
- Laque, vernis
- Acides, caustiques
- Solvants - térébenthine, diluant de peinture, décapants à peinture
- Colles, adhésifs, résines
- Soudure
- Produits chimiques photographiques
- Pesticides, insecticides, fongicides, herbicides, fumigants

### Renseignements sur le voisinage

- Eau :
  - Goût ou odeur inhabituel
  - Corrosive
  - Calcaire (dure)
  - Utilisation d'un adoucisseur d'eau
  - Utilisation d'un filtre à charbon ou d'un échangeur d'ion
- Qualité de l'air extérieur :
  - Clair
  - Brumeux
  - Brouillard de fumée léger
  - Brouillard de fumée modéré
  - Brouillard de fumée épais
  - Poussière ou fumée occasionnelle
  - Poussière ou fumée fréquente
  - Odeur de produits chimiques occasionnelle ou fréquente
- Qualité de l'air intérieur dans le logement :
  - Fumée de tabac dans la maison
  - Utilisation de cire à plancher, poli à meubles et nettoyants à four
  - Utilisation de cuisinière au gaz, poêles à bois et chaufferettes au gaz sans ventilation pour le chauffage
  - Utilisation d'aérosols contre les coquerelles, insecticides et brumisateurs.

### *Effets sur la santé*

Vous pouvez poser des questions pour déceler les effets sur la santé qui pourraient être reliés à l'exposition. Vous pouvez aussi poser des questions qui ne sont pas reliées aux effets sur la santé afin de déterminer si les gens interrogés ont tendance en moyenne à déclarer plus ou moins d'effets sur la santé que les gens qui vivent dans d'autres collectivités.

### *Antécédents médicaux de la famille*

Vous pouvez poser des questions concernant les antécédents médicaux des membres de la famille proche du répondant, comme les grands-parents, les parents, les frères et soeurs et les cousins et cousines. Ces questions peuvent porter sur les allergies, l'asthme, le diabète, les troubles cardiaques, l'apoplexie, les problèmes thyroïdiens, les ulcères et autres affections que l'on peut retrouver au sein de la famille du répondant.

### *Antécédents médicaux du répondant*

Les questions concernant les antécédents médicaux du répondant pourraient comprendre symptômes et conditions diagnostiquées ayant trait à ce qui suit :

- Problèmes respiratoires :
  - Tuberculose
  - Pneumonie
  - Bronchite persistante
  - Emphysème
  - Pneumoconiose
  - Maladie pulmonaire
  - Toux persistante
  - Toux productive (flegme, crachat)
  - Douleurs à la poitrine
  - Toux sanguinolente
  - Respiration difficile ou pénible
  - Respiration sifflante ou asthme
- Système cardio-vasculaire :
  - Crise cardiaque
  - Maladie cardiaque
  - Faible tension artérielle
  - Tension artérielle élevée
  - Apoplexie
  - Durcissement des artères
  - Autres maladies des veines ou artères
  - Vascularite
  - Thrombophlébite
  - Battement rapide ou irrégulier du coeur
  - Souffle au coeur
- Sang :
  - PTI
  - Anémie
  - Mononucléose infectieuse
  - Malaria
  - Condition de la rate
  - Dialyse ou phérèse
  - Numération globulaire anormale
  - Transfusion sanguine
  - Problème de coagulation ou formation de caillots

- Système digestif :
    - Calculs biliaires
    - Ulcère
    - Hépatite
    - Jaunisse
    - Cirrhose du foie
    - Autres conditions du foie ou du pancréas
    - Atrésie de l'oesophage
    - Nausées ou vomissements fréquents
  - Voie urinaire :
    - Troubles des reins
    - Maladie de la vessie
    - Protéines dans l'urine
  - Système glandulaire/endocrinien :
    - Diabète
    - Affection de la thyroïde
    - Toute infection hormonale
  - Peau :
    - Psoriasis
    - Eczéma
    - Dermatite
    - Éruptions cutanées inhabituelles
    - Peau rouge, squameuse, sèche ou provoquant des démangeaisons
    - Acné inhabituelle
  - Système immunitaire :
    - Rhume des foins
    - Asthme
    - Allergies aux aliments
    - Dermatite ou éruptions cutanées allergiques
  - Tête et cou :
    - Cheveux excessivement gras ou cassants
    - Perte inhabituelle de cheveux
    - Douleurs au nez, troubles ou infection des sinus
    - Salivation excessive
    - Maux de gorge prolongés
    - Gorge sèche
    - Difficulté de déglutition
    - Goût inhabituel dans la bouche
    - Caries dentaires excessives
- Indigestion chronique
  - Coliques ou crampes abdominales
  - Diarrhées fréquentes
  - Constipation fréquente
  - Perte d'appétit
  - Perte de poids
  - Intolérance à l'alcool ou aux aliments
  - Urination fréquente ou douloureuse
  - Sang dans l'urine
  - Transpiration excessive
  - Hypoglycémie
  - Urticaire, rougissement inhabituel de la peau
  - Plaques à pigmentation plus prononcée ou plus faible
  - Contusions spontanées ou au moindre choc
  - Petites taches rondes de couleur pourpre ou rouge
  - Infections ou rhumes fréquents
  - Intolérance aux produits chimiques
  - Perte excessive des dents
  - Gencives gonflées ou douloureuses
  - Oreilles (démangeaisons, douleurs ou suppuration)
  - Blessures à la tête
  - Yeux (rougeur, démangeaison, larmes, douleurs, sécheresse, inflammation, vision brouillée, pupilles resserrées, cataractes, glaucome)

- Système nerveux :
    - Épilepsie ou attaques
    - Maux de tête
    - Étourdissement
    - Faiblesse, fatigue
    - Léthargie, somnolence
    - Perception sensorielle réduite (odorat, goût, ouïe, vision, toucher)
    - Vision des couleurs
    - Engourdissement, picotement, autres sensations sur la peau
    - Tremblements, crampes, spasmes
    - Problèmes de coordination, d'équilibre, de temps de réaction, de maladresse
  - Muscles et os
    - Arthrite/rhumatisme
    - Douleurs aux membres, aux mains ou aux pieds
    - Raideur dans les articulations
    - Os brisés
  - Autres symptômes ou conditions diagnostiquées :
    - Cancer
    - Leucémie
    - Maladie de Hodgkin
    - Toute affection métabolique
    - Fièvre
    - Frissons
    - Perte ou gain de poids inexplicables
  - Conditions diagnostiquées chez les femmes :
    - Ménopause
    - Menstruations irrégulières
    - Syndrome prémenstruel
    - Hormones femelles prescrites (estrogène)
  - Conditions diagnostiquées chez les hommes :
    - Stérilité
    - Compte anormal de spermatozoïdes
- Anxiété
  - Dépression
  - Insomnie
  - Irritabilité
  - Hyperactivité
  - Agitation
  - Difficulté d'apprentissage
  - Changement de personnalité ou troubles de mémoire
  - Cauchemars fréquents
  - Méningite
  - Neuropathie périphérique
  - Engourdissements, faiblesse des pieds et des bras
  - Crampes dans les jambes
  - Dystrophie musculaire
  - Sclérose en plaques
  - Obésité ou maigreur excessive
  - Sensation fréquente de chaleur ou de froid
  - Kystes
  - Accidents nécessitant des soins médicaux (y compris blessures athlétiques)
  - Infections graves
  - Trouble du col de l'utérus
  - Trouble de l'utérus
  - Trouble des ovaires
  - Maladie vénérienne
  - Infertilité
  - Troubles ou problèmes sexuels
  - Maladies vénériennes

- Antécédents de reproduction (chez les femmes) :
  - Grossesses précédentes et actuelles
  - Nombre de grossesses
  - Nombre de bébés nés
  - Capacité de devenir enceinte
  - Stérilité et ménopause
  - Utilisation d'une méthode de contrôle des naissances
  - Sexe de chaque bébé
  - Naissance vaginale normale
  - Césarienne
  - Enfant mort-né
  - Avortement (provoqué)
  - Jumeaux (les deux vivants), jumeaux (un seul vivant, un mort-né)
  - Autres naissances multiples
  - Grossesse tubaire
  - Faible poids du bébé à la naissance (moins de 5 1/2 lb ou 2 500 grammes)
  - Naissance prématurée (moins de trente-sept semaines)
  - Fausse couche

L'état de chaque bébé à la naissance ou peu de temps après, concernant :

- Extrémités (bras, jambes, mains, pieds)
- Éruptions cutanées ou peau sombre
- Grains de beauté et marques de naissance
- Forme de la tête
- Yeux
- Bec-de-lièvre
- Gencives fendues
- Palais fendu
- Oreilles (anomalies)
- Thorax (grand, petit)
- Poumons (pas entièrement gonflés, difficultés à respirer)
- Coeur (rythme anormal, souffle, problème de ventricule)
- Foie (jaunisse)
- Rate
- Reins
- Muscles squelettiques
- Os
- Articulations
- Estomac
- Intestins
- Gorge
- Parties génitales
- Cerveau (paralysie par encéphalopathie ou condition de la moelle épinière ou du système nerveux)
- Condition mentale
- Réflexes - anormaux
- Troubles métaboliques
- Affection des chromosomes

Santé des enfants (personnes jusqu'à l'âge de dix-huit ans)

- Santé générale (excellente, bonne, passable ou mauvaise)
- Résistance à la maladie
- Maladies antérieures graves
- Nervosité
- Anxiété
- Agitation
- Dépression ou mauvaise humeur
- Lecture
- Développement physique et mental aux divers âges
- Hyperactivité
- Difficulté à se concentrer
- Troubles d'apprentissage ou troubles de lecture
- Allergies
- Asthme
- Conditions métaboliques
- Taille, poids
- Élocution

- Coordination
- Activités ou jeux rigoureux  
à proscrire en raison de  
l'état de santé

### *Facteurs confondants*

Il existe d'autres facteurs qui pourraient aussi occasionner des effets sur la santé similaires à ceux causés par une exposition à un contaminant. De tels facteurs peuvent entraîner une certaine «confusion» dans l'étude. En effet, il est alors difficile de prouver que les effets rapportés sur la santé ont été causés par le contaminant en question. Ces facteurs comprennent l'usage du tabac, la consommation d'alcool, le recours aux médicaments et les problèmes de santé déjà présents. Certains exemples sont fournis ci-dessous.

### Médicaments importants

- |                                |                |
|--------------------------------|----------------|
| - Piqûres contre les allergies | - Provera      |
| - Atrovent                     | - Prozac       |
| - Diazepan                     | - Salbutamol   |
| - Halcion                      | - Tétracycline |
| - Insuline                     | - Tylenol      |
| - Levothyroxin                 | - Ventolin     |
| - Propanolol                   |                |

### Antécédents de rayonnement

- |   |   |
|---|---|
| - Radiographies (poitrine, mammographie, dentaire)            | - Thérapeutiques (quel type, quelle était la condition sous-jacente, combien de traitements, quand) |
| - Diagnostic (quelle partie du corps, combien de fois, quand) |   |

### Information sur le style de vie

- |   |   |
|---|---|
| - Régime alimentaire spécial ou restreint                                       | - Usage de drogues récréatives (p. ex., amphétamines, barbituriques, marijuana) |
| - Consommation de :<br>cigarettes, pipe, cigares,<br>tabac à priser ou à mâcher | - Consommation d'alcool (p. ex., bière, vin, spiritueux)                        |

### **Planification du sondage**

- De quel genre de collaborateurs avez-vous besoin? En principe, vous aurez besoin des participants suivants pour réaliser un sondage : directeurs de projets ou chefs d'équipe, statisticiens ou épidémiologistes, toxicologues, interviewers, personnes pour communiquer avec les médias et pour réaliser les activités de communications, préposés à l'entrée des données et employés de bureau.
- Où sera situé le bureau du sondage? S'agira-t-il du domicile de l'une des personnes, d'un centre communautaire ou d'un collège local? Vous aurez besoin d'un numéro de téléphone pour que les gens puissent communiquer avec vous afin d'obtenir des renseignements et d'une adresse pour recevoir la correspondance.

- De quel type de matériel et d'équipement avez-vous besoin? Les articles en question peuvent comprendre bureaux, téléphones, télécopieurs, photocopieurs, ordinateurs (matériel et logiciel), véhicules.
- Quel sera le budget alloué à ce sondage? Quelles seront les dépenses pour chaque aspect de l'étude? Devrez-vous payer vos collaborateurs ou s'agira-t-il de bénévoles? Dressez un budget pour les dépenses telles que le téléphone, l'imprimerie et les photocopies, l'affranchissement, la location d'équipement, etc.
- Qui paiera les dépenses? Une collecte de fonds sera-t-elle organisée dans la collectivité? Les organismes gouvernementaux ou de la collectivité pourront-ils fournir des fonds?

### ***Comment mener l'enquête***

La tenue d'un sondage sur la santé dans la collectivité sous-entend une série de mesures :

- Prévoir des activités d'information et de consultation auprès du public, dont une déclaration initiale à la collectivité concernant la tenue de l'enquête. Vous devrez répondre à toutes les questions posées par les participants éventuels.
- Recruter des participants au sondage et obtenir leur consentement éclairé.
- Recruter et former des préposés au sondage pour s'assurer de la qualité et de l'uniformité des données recueillies. Cela pourrait entraîner la formation des interviewers sur la façon de poser des questions et de remplir les questionnaires. Il est important que les interviewers sachent qu'ils ne doivent pas avoir d'idées préconçues, que leurs questions ne doivent pas être insidieuses et qu'elles doivent être uniformes à chaque entrevue.

Expliquer aux interviewers les objectifs de l'étude, les méthodes préconisées, le processus de collecte des données (questionnaires) et l'entrée de données sur les ordinateurs.

- Réaliser le sondage (soit à l'aide d'interviews, soit de manière autonome). Il est important qu'un nombre suffisant de gens répondent au sondage. Le taux de participation de la collectivité sera d'une extrême importance pour garantir le succès du sondage. Certains scientifiques prétendent que la participation de l'échantillon doit s'élever à 80 %, alors que d'autres restent persuadés qu'un taux de 60 % suffit. Toutefois, plus vous aurez de réponses, plus on pourra avoir confiance dans vos résultats.

### ***Interprétation des résultats du sondage***

Une fois la phase de recueil des données terminée et tous les questionnaires reçus, les résultats du sondage sont transférés sur une feuille maîtresse. Cela se fait généralement par l'entrée de toutes les données sur un fichier d'ordinateur à l'aide d'un tableur ou d'un programme informatisé de statistiques, tel que SAS ou SPSS. Toutes les données du questionnaire sur le fichier d'ordinateur devraient être vérifiées pour s'assurer qu'aucune erreur d'entrée de données n'ait été faite.

Les données recueillies peuvent être difficiles à interpréter. Il serait donc préférable de faire appel à une personne ayant une formation en épidémiologie ou en statistiques. L'analyse approfondie des données peut nécessiter beaucoup d'efforts et de temps. Les résultats de cette analyse pourraient comprendre ce qui suit :

- **Sommaire des données :** Les données sont généralement tabulées pour constituer un sommaire des résultats. On retrouve ainsi des renseignements sur le nombre de répondants ayant participé au sondage par rapport à l'échantillon sélectionné, le nombre de personnes de chacun des groupes d'âge, la proportion d'hommes et de femmes comptant parmi les répondants et la fréquence des réponses à chaque question. Les effets pour la santé qui sont ressortis lors du sondage seront calculés simplement en tenant compte de la quantité de réponses positives obtenues.
- **Analyse en profondeur :** Le sommaire des données peut fournir certaines indications pour permettre des analyses plus approfondies. Les analyses devraient être concentrées sur les objectifs identifiés dans les stades de planification du sondage. L'incidence de symptômes de santé ou de maladies contractées à partir de l'échantillon soumis au sondage peut être comparée à l'incidence dans un groupe témoin à l'intérieur du comté, de la province ou du pays.  
À ce stade, les associations entre les symptômes de santé et les causes possibles peuvent être examinées. Par exemple, la fréquence d'un symptôme respiratoire en particulier peut être comparée aux niveaux de polluants dans l'air au sein d'une collectivité. Ces tendances correspondantes ne prouvent pas nécessairement une relation de cause à effet, mais peuvent montrer que des enquêtes plus détaillées s'imposent. Les facteurs confondants comme l'usage de la cigarette, la consommation d'alcool et de drogues devraient être soigneusement considérés dans ces analyses, étant donné qu'ils peuvent entraîner les mêmes symptômes ou les mêmes maladies que les contaminants du milieu.

### ***Diffusion des résultats du sondage***

Une fois le sondage terminé et les données analysées, vous pourrez préparer un compte rendu portant sur l'étude. Voici quelques-uns des points qui peuvent être inclus dans ce compte rendu :

- Une description des objectifs de l'étude, les méthodes utilisées et la population échantillonnée;
- Un sommaire des données et des résultats obtenus;
- Une discussion portant sur vos constatations incluant l'interprétation de vos résultats;
- Les conclusions tirées des résultats du sondage;
- Un résumé de l'étude;
- Un rapport sommaire public sur les points saillants de l'étude, rédigé le plus simplement possible.

Une fois préparé, ce compte rendu peut servir de base pour la diffusion des résultats du sondage. Voici les personnes à qui vous pourriez envoyer les résultats :

- Tous les participants au sondage;
- La collectivité dans son ensemble dans les zones soumises au sondage;
- Le service local de santé publique;
- Les personnalités gouvernementales (locales, provinciales, fédérales);
- Toutes les personnes qui ont contribué à l'étude;
- Les médias (radio, télévision, journaux).



## 7. LES PLANS D'ACTION CORRECTRICE (PAC)

---

### 7.1 Vue générale

En 1985, Le Conseil de la qualité de l'eau des Grands Lacs de la Commission mixte internationale a identifié 42 Secteurs préoccupants (SP) autour des Grands Lacs, d'autres sites supplémentaires ayant été désignés en 1991. Ces sites ont été classifiés comme Secteurs préoccupants si au moins un des 14 usages avantageux de la ressource eau, comme la qualité des plages, les restrictions sur le dragage en raison des niveaux de contaminants dans les sédiments, etc. est affecté (voir TABLEAU 3).

### **TABLEAU 3 :**

---

#### **Les utilisations diminuées dans les Secteurs préoccupants**

---

##### **Les utilisations diminuées se rapportant directement à la santé humaine**

- restrictions sur la consommation des poissons et de la faune;
  - altération de la saveur des poissons et de la faune;
  - restrictions de la consommation d'eau potable ou problèmes d'odeur et de goût;
  - fermetures de plages.
- 

##### **Les utilisations diminuées avec conséquence secondaire pour la santé des êtres humains**

- dégradation des populations de poissons et de la faune;
  - restrictions sur les activités de dragage;
  - eutrophication ou algues indésirables;
  - dégradation de l'esthétique;
  - coût supplémentaire pour l'agriculture et l'industrie.
- 

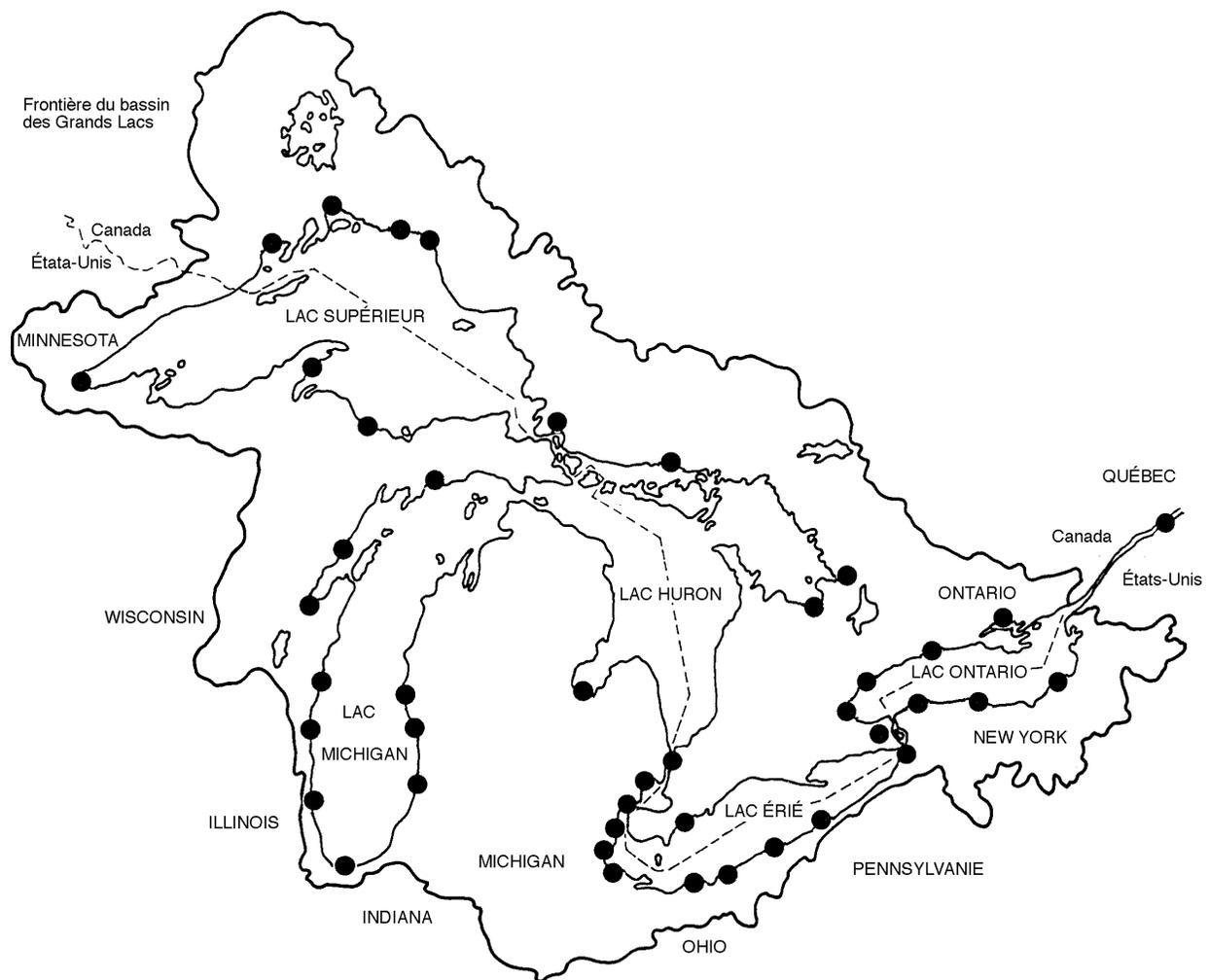
##### **Les utilisations diminuées qui pourraient indiquer des problèmes éventuels pour la santé des êtres humains ou servir d'avertissement**

- tumeurs chez les poissons et autres déformations;
  - déformation ou problèmes de reproduction chez les oiseaux et les animaux sauvages;
  - perte de l'habitat des poissons et de la faune;
  - dégradation des benthos;
  - dégradation des populations de phytoplancton et zooplancton.
-

Dix-sept des Secteurs préoccupants sont situés au Canada, 12 sont sur le bord des eaux canadiennes et 5 sont partagés avec les États-Unis sur des systèmes de rivières qui se raccordent aux Grands Lacs. Le Canada et l'Ontario se sont engagés à mettre au point et à exécuter des Plans d'action correctrice (PAC) pour ces Secteurs préoccupants dans le cadre de l'Accord Canada-Ontario relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs (ACO). Pour chacun des 17 Plans d'action correctrice, il y a une équipe technique du PAC composée de représentants des organismes fédéraux et provinciaux et d'un comité consultatif public comprenant des intervenants de la collectivité (industries, entreprises, groupes de personnes intéressées, citoyens). La coordination générale des Plans d'action correctrice canadiens est réalisée par un comité directeur ACO/PAC. Les plans définitifs sont soumis à la Commission mixte internationale, où l'on surveille la progression et la mise en oeuvre des 43 Plans d'action correctrice.

**FIGURE 8 :**

**Secteurs préoccupants dans le bassin des Grands Lacs**



Les Plans d'action correctrice ont été développés en 3 stades en utilisant une technique complète d'écosystème. Les Plans doivent décrire les problèmes environnementaux (stade 1), comment ils peuvent être nettoyés, par qui et quand (stade 2), et comprendre un rapport final lorsque le nettoyage a été réalisé et que les programmes de surveillance à long terme ont été mis en place (stade 3).

## **7.2 Les Plans d'action correctrice et la santé des êtres humains**

L'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs offre très peu d'indication aux équipes des Plans d'action correctrice quant à la façon dont les questions de santé doivent être réglées. La Commission mixte internationale et les organismes participants se sont efforcés de mettre au point une approche pratique uniformisée. Le problème est aggravé, toutefois, par le manque de données scientifiques et socioéconomiques appropriées lorsqu'il s'agit d'évaluer l'exposition des êtres humains aux contaminants environnementaux et de déceler les effets de ces derniers. De plus, la plupart des équipes des Plans d'action correctrice n'ont pas de représentant venant du secteur de la santé de la collectivité, pour établir un lien entre l'expertise sur la santé de la collectivité et les Plans d'action correctrice.

Avant que des mesures correctives puissent être entreprises, il est toutefois important d'avoir une idée très nette de l'état de santé générale de la population des Secteurs préoccupants, ainsi que des autres membres de cet écosystème que sont les poissons et la faune.

On a absolument besoin de données sur l'exposition des êtres humains aux contaminants par l'air, l'eau et les sédiments/sol, et sur l'exposition des diverses espèces de poissons et d'animaux qui sont réellement consommés par les gens qui se trouvent dans ces Secteurs préoccupants. De plus, les populations potentiellement «à risque», telles que les consommateurs de grandes quantités de poissons tirés des Grands Lacs, les très jeunes, les personnes âgées, les asthmatiques et autres devraient être spécialement identifiés. L'emplacement des plages, des ports de plaisance, des zones de pêche sportive, etc. devrait être indiqué sur des cartes. Les renseignements sur la géologie de la région, les sources d'eau souterraines, les sites de décharge ou autres sources potentielles d'exposition humaine aux contaminants sont aussi d'une très grande importance.

Ce guide a été préparé surtout dans le but d'offrir aux collectivités des Plans d'action correctrice un outil qui leur permettra d'évaluer les questions de santé et d'environnement. Ces questions peuvent être des préoccupations du public en ce qui concerne l'incidence des cancers, par exemple, comme cela s'est produit à Wheatley Harbour et dans les Secteurs préoccupants du fleuve St-Laurent et/ou des questions techniques telles que l'exposition de la peau aux hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dans le Secteur préoccupant de la rivière St. Marys. Les renseignements présentés dans ce guide devraient vous aider, étape par étape, à déterminer les expositions aux contaminants, à identifier les données manquantes et à planifier des études secondaires sur la santé.



## ANNEXE A : LA COMPRÉHENSION DES TAUX DE MALADIES

**P**eu importe que les données sur la santé soient obtenues à partir de sources déjà établies ou à la suite d'une enquête sur la santé organisée dans la collectivité, les taux de maladies seront souvent présentés ou devront être calculés. Nous expliquons ci-dessous les différentes expressions utilisées pour exprimer les taux de maladies.

### ***Taux de maladies***

Le *taux de maladies* est le nombre de cas par rapport à la population dans une période bien définie. Les trois éléments de ce taux sont :

- le nombre absolu de cas d'une maladie (numérateur);
- la population dans laquelle ces cas se produisent (dénominateur);
- la période au cours de laquelle ces cas se sont produits (p. ex., un an).

$$\text{Taux} = \frac{\text{nombre de cas dans une période donnée}}{\text{population dans laquelle les cas se produisent}}$$

Par exemple, si au cours d'une année, l'on a diagnostiqué 46 cas de leucémie dans une ville de 387 000 habitants, le taux de leucémie **pour cette année-là** serait de :

$$\begin{aligned} \text{Taux} &= \frac{46}{387\,000} \\ &= 0,000119 \end{aligned}$$

Les taux de maladies sont souvent présentés sous forme de nombre de cas par 1 000, 10 000, 100 000 etc. personnes. Dans l'exemple ci-dessus, le taux (0,000119) peut être multiplié par 100 000 pour obtenir un taux équivalent de 11,9 cas par population de 100 000.

### ***Taux d'incidence et taux de prévalence***

Le taux décrit ci-haut est le *taux d'incidence*, c'est-à-dire le nombre de **nouveaux** cas d'une maladie diagnostiqués dans une période donnée et pour une population donnée. D'autre part, le *taux de prévalence* est le nombre de gens dans une région qui ont la maladie à un point donné, quelle que soit la date à laquelle cette maladie a été diagnostiquée.

### ***Taux brut et taux en fonction de la catégorie***

Le taux de leucémie décrit ci-dessus est un *taux brut* qui ne prend pas en ligne de compte les différences de taux entre les âges, les sexes ou la composition ethnique d'une population. Les taux de maladies subdivisés pour tenir compte des catégories précises de population sont appelés *taux en fonction des catégories*.

### **Rapport de taux standardisés de mortalité (ou morbidité) (RTSM)**

Pour faciliter la comparaison des taux de maladies (morbidité) et de décès (mortalité) entre différentes populations, on calcule souvent des *rapports de taux standardisés de mortalité (RTSM)*. Le rapport de taux standardisés de mortalité est défini comme étant le nombre d'événements observés dans la population d'une étude, divisé par le nombre que l'on pourrait prévoir si la population de l'étude avait les mêmes taux précis qu'une population standard ou population étalon. En Ontario, les normes provinciales sont souvent utilisées comme taux de population standard. Les événements dans le RTSM peuvent être les décès (c.-à-d., mortalité) ou l'incidence de maladie (c.-à-d., morbidité).

$$\text{RTSM} = \frac{\text{Total des événements observés dans une population d'étude}}{\text{Total des événements prévus dans cette population}}$$

Si le RTSM est supérieur à 1, cela signifie que plus d'événements (c.-à-d., mortalité ou morbidité) sont observés dans la population de l'étude que l'on pourrait s'y attendre sur la base des taux dans la population standard. De la même manière, si le taux est inférieur à 1, un nombre moins important d'événements a été observé par rapport à ce qui était prévu.

#### **EXEMPLE DE CALCUL D'UN RAPPORT DE TAUX STANDARDISÉS DE MORTALITÉ POUR LA LEUCÉMIE CHEZ LES HOMMES**

Quatre décès de leucémie ont été observés dans une population d'étude mâle de 36 000 au cours d'une année, ce qui équivaut à 11,1 décès de leucémie pour une population de 100 000 (4 cas/36 000 = 11,1 cas/100 000). Le taux de décès de la population mâle normale par leucémie en Ontario est de 6 par 100 000 hommes.

$$\begin{aligned} \text{RTSM} &= \frac{\text{Total des événements observés dans une population d'étude}}{\text{Total expected events in that population}} \\ &= \frac{11,1}{6} \\ &= 1,85 \end{aligned}$$

En conséquence, le taux de mortalité en raison de la leucémie dans la population mâle de l'étude est de 1,85 fois (ou 85 %) plus élevé que ce que l'on aurait pu prévoir si le taux standard de l'Ontario avait été appliqué à la population de l'étude.

*Remarque : Cet exemple comprend des données fictives.*

## ANNEXE B : LA COMPRÉHENSION DU RISQUE

---

### ***Le risque***

Dans ce contexte, l'exposition des êtres humains aux contaminants du milieu, le *risque* est la probabilité ou la possibilité qu'un effet nocif sur la santé (c.-à-d., une maladie) se présente chez une personne ou dans un groupe exposé à une concentration ou une dose particulière d'un agent dangereux. Plus le niveau d'exposition est élevé, plus le risque est élevé.

### ***Risque relatif***

En évaluant la relation entre un contaminant du milieu et une maladie, l'une des techniques les plus souvent utilisées dans les études épidémiologiques consiste à estimer le *risque relatif* de la maladie pour les personnes exposées à l'agent, par rapport à celles qui n'y sont pas exposées. Le risque relatif est défini comme étant le rapport du taux d'incidence de la maladie parmi les personnes exposées, comparé au taux d'incidence de la maladie parmi les gens non exposés. Un taux d'incidence de maladie est exprimé typiquement comme étant le nombre de nouveaux cas par an par 100 000 personnes (voir **Annexe A** pour plus de renseignements sur les taux d'incidence de maladie).

$$\text{Risque relatif} = \frac{\text{Taux d'incidence de maladie pour une population exposée}}{\text{Taux d'incidence de maladie pour une population non exposée}}$$



Thomas Rahn

Le risque relatif est une mesure de la force de l'association entre l'exposition et la maladie. Un risque relatif de 1 démontre qu'il n'y a pas d'association entre l'exposition à un contaminant et la maladie. C'est-à-dire que les personnes exposées risquent de contracter la maladie au même taux que les personnes non exposées. Un risque relatif de 2, par exemple, signifie que les personnes exposées dans l'étude contracteront la maladie à un taux deux fois plus élevé que celui observé chez les personnes non exposées. D'autre part, un

risque relatif inférieur à 1 indique que le taux de maladies pour la population exposée est inférieur à celui de la population non exposée.

### EXEMPLE DE CALCUL DU RISQUE RELATIF

Considérons une étude fictive comparant l'incidence du cancer du foie chez des fermiers qui utilisent le pesticide MARQUEX par rapport à des fermiers qui n'utilisent pas ce pesticide. Le taux d'incidence des cancers du foie parmi les fermiers qui utilisent le pesticide est de 140 par 100 000 et pour les fermiers qui n'utilisent pas le pesticide, il est de 80 par 100 000. Le risque relatif pour les fermiers qui utilisent le pesticide est :

$$\frac{140}{80} = 1,75$$

En conséquence, l'incidence des cancers du foie chez les fermiers qui utilisent le pesticide MARQUEX est 1,75 fois (ou 75 %) plus élevée que chez les fermiers qui n'utilisent pas ce pesticide.

### ***Risque attribuable***

Lorsque l'on examine les associations entre l'exposition aux contaminants du milieu et l'incidence d'une maladie, il est important de séparer le risque de maladie attribuable à l'exposition à un agent par rapport au risque total de cette maladie. En conséquence, on peut définir le *risque attribuable* comme étant le taux d'incidence de la maladie chez les personnes exposées, que l'on pourrait attribuer à l'exposition. On obtient cette mesure en soustrayant le taux d'incidence de la maladie parmi la population non exposée du taux de la population exposée. On prend aussi pour acquis que les causes autres que celles soumises à l'enquête ont eu des effets égaux sur les groupes exposés et non exposés. Cela peut comprendre le régime alimentaire, le tabagisme, l'âge et l'hérédité.

$$\text{Risque attribuable} = \begin{array}{l} \text{Taux d'incidence} \\ \text{de maladie pour} \\ \text{la population exposée} \end{array} - \begin{array}{l} \text{Taux d'incidence} \\ \text{de maladie pour} \\ \text{pour la population non} \\ \text{exposée} \end{array}$$

### EXEMPLE DE CALCUL DU RISQUE ATTRIBUABLE

Considérez l'étude fictive ci-dessus comparant l'incidence du cancer du foie chez les fermiers qui utilisent le pesticide MARQUEX par rapport aux fermiers qui n'utilisent pas ce pesticide.

En évaluant le risque individuel de cancer du foie attribuable au pesticide MARQUEX utilisé par les fermiers, nous devons soustraire les cancers du foie qui se seraient produits même sans l'utilisation du pesticide. Seul le risque au-dessus de cette valeur de ligne de base est attribué au pesticide.

Le taux d'incidence des cancers du foie chez les fermiers qui utilisent le pesticide est de 140 par 100 000 et pour les fermiers qui n'utilisent pas le pesticide, de 80 par 100 000. Le risque attribuable aux fermiers qui utilisent le pesticide est de :

$$140 - 80 = 60$$

En conséquence, pour 100 000 fermiers qui utilisent le pesticide MARQUEX, 60 cas de cancer du foie par an sur un total de 140 cas peuvent être attribués au pesticide lui-même. Les 80 autres cas peuvent être attribués à d'autres facteurs que l'on suppose être égaux, aussi bien chez le groupe exposé que chez le groupe non exposé. Ces facteurs peuvent être le régime alimentaire, le tabagisme et l'hérédité.



## ANNEXE C : ÉCHANTILLON DE FICHE TECHNIQUE SUR LA SÉCURITÉ DES SUBSTANCES

---

**C**omme nous l'avons mentionné précédemment, chaque installation qui entrepose ou utilise une substance dangereuse devrait avoir en dossier un exemplaire de la fiche technique sur la sécurité des substances pour la substance en question. Pour vous donner une idée du genre de renseignements que renferme une FTSS, nous vous donnons ci-dessous la FTSS pour le produit chimique 2,4-D.

Le 2,4-D est un herbicide qui sert à supprimer le chiendent et autres espèces de plantes sur les pelouses. L'utilisation du 2,4-D dans les parcs est devenue un sujet de controverse dans un certain nombre de collectivités, en raison de craintes concernant les effets sur la santé et sur l'environnement que suscite ce produit.

Étant donné qu'il s'agit d'une FTSS type, cet exemple contient un certain nombre de termes et d'acronymes techniques. Les sections de la FTSS qui se rapportent vraiment à une évaluation d'exposition sont :

1. Les ingrédients;
2. Les données physiques;
5. Les renseignements concernant l'environnement et l'élimination;
6. Les données concernant les risques pour la santé;
8. Les précautions de manutention;
9. Les renseignements supplémentaires.

Les ingrédients et les données concernant les risques pour la santé vous offriront certains renseignements de base sur la toxicité de la substance. Les ingrédients ne seront utiles, bien entendu, que dans la mesure où vous reconnaîtrez les substances énumérées.

Les données physiques et les renseignements supplémentaires vous offrent certaines indications quant aux trajets d'exposition que ces substances emprunteront vraisemblablement. Dans ce cas, parce que le 2,4-D se décompose durant l'ébullition, qu'il a une faible pression de vapeur et aucune densité de vapeur, vous pouvez éliminer les trajets aériens, sauf dans le cas de la poussière. Toutefois, il est soluble dans l'eau et il pourrait, en principe, se trouver sous cette forme solide sur les aliments ou dans le sol, s'il est déversé. D'après les renseignements supplémentaires, vous pouvez obtenir une meilleure idée de l'endroit et de la façon dont la substance est appelée à être utilisée et vous aurez ainsi des indications quant aux endroits où elle pourrait se retrouver dans l'environnement. La partie sur les informations environnementales et l'élimination des déchets et sur les procédures de manutention vous permet d'évaluer si la manutention de la substance est bien réalisée. Si les instructions ne sont pas suivies, il est beaucoup plus probable que cette substance puisse devenir un contaminant inquiétant pour l'environnement.

Si la FTSS ne vous semble pas très claire, le Centre canadien pour la santé et la sécurité au travail constitue la meilleure source de renseignements sur les FTSS. Il vous fournira, moyennant des frais minimes, les publications suivantes sur les FTSS :

---

*Ces publications peuvent être commandées au service de renseignements du CCSST :  
1-800-263-8466.*

*D'autre part, vous pouvez demander l'aide d'un toxicologue.*

Fiche technique sur la sécurité des substances : Un guide de base pour les utilisateurs;

Fiche technique sur la sécurité des substances : Une explication des termes les plus communs.

## FICHE TECHNIQUE SUR LA SÉCURITÉ DES SUBSTANCES (FTSS) POUR 2,4-D

Société Chimique X

Téléphone : 123-456-7890

Code de produit : 12345

NOM DU PRODUIT : ACIDE DICHLORO-2,4 PHÉNOXYACÉTIQUE, EN PAILLETES

Date d'entrée en vigueur : 30/06/92 Date d'impression : 25/05/93 FTSS : 001

### 1. INGRÉDIENTS : (% en poids, à moins d'indication contraire)

Acide dichloro-2,4 phénoxyacétique, min.	N° de CAS 000094-75-7 97,0 %
Acide chloro-4 phénoxyacétique, max.	N° de CAS 000122-88-3 1 %
Acide dichloro-2,6 phénoxyacétique, max.	N° de CAS 006575-24-2 1 %

### 2. DONNÉES PHYSIQUES :

POINT D'ÉBULLITION :	Se décompose
PRESSION DES VAPEURS :	(mmHG à 20C) très faible
DENSITÉ DES VAPEURS :	s/o
SOLUBILITÉ DANS L'EAU :	0,09 gm/100 gm
POIDS SPÉCIFIQUE :	Poudre 1,416 (35C)
APPARENCE :	Poudre blanche
ODEUR :	Odeur de phénolique

### 3. DONNÉES SUR LES DANGERS D'INCENDIE ET D'EXPLOSION :

POINT D'ÉCLAIR :	Aucun
MÉTHODE UTILISÉE :	TCC, TOC
LIMITES D'INFLAMMABILITÉ :	
LFL : s/o	UFL : s/o
MÉDIUM D'EXTINCTION :	Brouillard d'eau, mousse, CO <sub>2</sub> , poudre
DANGERS D'INCENDIE ET D'EXPLOSION :	Des fumées nocives lors de l'exposition à des conditions d'incendie.
ÉQUIPEMENT DE LUTTE CONTRE L'INCENDIE :	Porter des appareils respiratoires autonomes à pression positive.

### 4. DONNÉES DE RÉACTIVITÉ

STABILITÉ : (CONDITIONS À ÉVITER)	Se décompose au dessus de 302 °F (150 °C) lorsque sec.
INCOMPATIBILITÉ : (MATÉRIAUX PRÉCIS À ÉVITER)	Matériaux alcalins ou oxydants.
PRODUITS DE DÉCOMPOSITION DANGEREUX	HCl dans des conditions d'incendie.
POLYMÉRISATION DANGEREUSE	Ne se produira pas.

## **5. RENSEIGNEMENTS ENVIRONNEMENTAUX ET ÉLIMINATION :**

MESURES À PRENDRE POUR LES DÉVERSEMENTS/FUITES : Balayer les déversements.

MÉTHODE DE MISE AU REBUT : Si les déchets ne peuvent pas être éliminés par l'utilisation conformément aux instructions de l'étiquette, communiquer avec votre organisme de contrôle environnemental ou votre organisme provincial sur les pesticides, ou avec les représentants qui s'occupent des déchets dangereux pour obtenir des indications.

## **6. DONNÉES CONCERNANT LES DANGERS POUR LA SANTÉ :**

YEUX : Peut causer des douleurs. Peut causer une irritation sévère avec blessure de la cornée. Les effets peuvent être lents à se cicatriser. La poussière peut irriter les yeux.

CONTACT AVEC LA PEAU : Une exposition prolongée ou répétée peut causer une irritation de la peau.

ABSORPTION PAR LA PEAU : Une exposition unique et prolongée sur la peau ne risque pas d'entraîner l'absorption du produit à travers la peau en quantités dangereuses. Une exposition répétée sur la peau peut entraîner une absorption de quantités dangereuses. La  $DL_{50}$  pour l'absorption par la peau chez les lapins est de 1 400 à > 2 000 mg/kg.

INGESTION : La toxicité orale à dose unique est modérée. La  $DL_{50}$  par voie buccale chez les rats est de 375 à > 1 000 mg/kg. Les quantités ingérées à la suite d'une manutention industrielle n'occasionneront vraisemblablement pas de conditions dangereuses; toutefois, l'ingestion de grandes quantités peut entraîner des conditions dangereuses. L'ingestion peut causer une irritation ou une ulcération gastro-intestinale.

INHALATION : Les vapeurs sont peu probables en raison des propriétés physiques.

EFFETS SYSTÉMIQUES ET AUTRES : Une exposition excessive peut entraîner des effets sur le foie, les reins, le système gastro-intestinal et les muscles. Les signes et les symptômes d'exposition excessive peuvent être des nausées et/ou de la diarrhée. Divers tests de cancer sur les animaux ont indiqué qu'il n'y avait pas de relation positive fiable entre l'exposition au 2,4-D et le cancer. Les études épidémiologiques sur l'utilisation de l'herbicide étaient à la fois positives et négatives, la majorité étant négative. Les déficiences congénitales sont peu probables. Les expositions n'ayant aucun effet sur la mère ne devraient avoir aucun effet sur le fœtus. Ne cause pas d'anomalies congénitales chez les animaux; d'autres effets ont été observés sur les fœtus seulement à des doses qui causaient des effets toxiques chez la mère. Des niveaux diététiques excessifs ont causé des effets toxiques (réduction de poids et de viabilité) chez les rats lors d'un test de reproduction. Les résultats des tests de mutagénicité chez les animaux n'ont pas donné de résultats concluants. Les résultats ont été négatifs dans certains tests de mutagénicité in vitro (en éprouvette) et positifs dans d'autres.

## **7. PREMIERS SOINS :**

YEUX : Irriguer avec des quantités d'eau abondantes immédiatement et continuer pendant 15 minutes. Consulter du personnel médical.

PEAU : Laver dans de grandes quantités d'eau ou sous la douche.

INGESTION : Si avalé, favoriser immédiatement le vomissement selon les directions du personnel médical. Ne jamais administrer quoi que ce soit par la bouche à une personne inconsciente. Obtenir des soins médicaux immédiatement.

INHALATION : Mettre à l'air frais si des effets se produisent. Consulter un médecin.

REMARQUE AU MÉDECIN : Aucun antidote précis. Soins de soutien. Le traitement devrait être basé sur le bon jugement du médecin, en tenant compte des réactions du patient.

**8. PRÉCAUTIONS LORS DE LA MANUTENTION :**

DIRECTIVE(S) D'EXPOSITION : ACGIH TLV et OSHA PEL sont 10 mg/m<sup>3</sup>.

VENTILATION : Une bonne ventilation générale devrait suffire dans la plupart des situations. Une ventilation avec évacuation locale peut être nécessaire pour certaines opérations.

PROTECTION DES VOIES RESPIRATOIRES : Les niveaux atmosphériques devraient être maintenus en dessous de la directive d'exposition. Lorsqu'une protection est nécessaire pour les voies respiratoires dans certaines opérations, utiliser un respirateur approuvé pour purifier l'air.

PROTECTION DE LA PEAU : Porter des vêtements propres à manches longues recouvrant le corps. Utiliser des gants imperméables en cas de contact prolongé ou répété.

PROTECTION DES YEUX : Porter des lunettes de protection contre les produits chimiques.

**9. RENSEIGNEMENTS SUPPLÉMENTAIRES**

DES PRÉCAUTIONS SPÉCIALES DEVRONT ÊTRE PRISES LORS DE LA MANUTENTION ET DE L'ENTREPOSAGE : Consulter l'étiquette. Garder hors de portée des enfants. Ne pas avaler. Éviter tout contact avec les yeux et la peau. Ne pas entreposer près des semences, engrais, insecticides ou fongicides.

## ANNEXE D : UNITÉS DE MESURE

**T**rès souvent, les unités de mesure peuvent prêter à confusion, particulièrement lorsqu'il faut avoir recours à des unités différentes pour les substances que l'on doit mesurer. Dans ce chapitre, nous décrirons les diverses unités et nous expliquerons de quelle manière il est possible de les convertir d'une à l'autre.

### 1. Les produits chimiques

Dans les *liquides*, comme l'eau, les niveaux ou les concentrations de contaminants sont le plus souvent exprimés en milligrammes par litre (mg/L) ou microgrammes par litre ( $\mu\text{g/L}$ ). Un milligramme égale mille microgrammes. Dans le *sol*, les *aliments et autres solides*, les niveaux de contaminant sont généralement exprimés en milligrammes par kilogramme (mg/kg). Les concentrations de produits chimiques et de poussières dans l'*air* sont généralement exprimées en milligrammes ou microgrammes par mètre cube ( $\text{mg/m}^3$ ,  $\mu\text{g/m}^3$ ). À l'occasion, les unités pour les concentrations de produits chimiques dans l'eau, le sol, les aliments et l'air sont exprimées en parties par million (ppm), parties par milliard (ppb), parties par billion (ppt) ou parties par quadrillion (ppq). Nous indiquons ci-dessous la relation entre les diverses expressions de concentration.

#### UNITÉS DE BASE

g (gramme)	$\mu\text{g}$ (microgramme) = $10^{-6}$ gramme
kg (kilogramme) = $10^3$ grammes	ng (nanogramme) = $10^{-9}$ gramme
mg (milligramme) = $10^{-3}$ gramme	pg (picogramme) = $10^{-12}$ gramme

#### SOL ET EAU

Unités métriques dans les liquides	Équivalents en parties par unité				Unités métriques dans les solides
	ppm	ppb	ppt	ppq	
1 g/L	$10^3$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	1 g/kg
1 mg/L	1	$10^3$	$10^6$	$10^9$	1 mg/kg
1 $\mu\text{g/L}$	$10^{-3}$	1	$10^3$	$10^6$	1 $\mu\text{g/kg}$
1 ng/L	$10^{-6}$	$10^{-3}$	1	$10^3$	1 ng/kg
1 pg/L	$10^{-9}$	$10^{-6}$	$10^{-3}$	1	1 pg/kg

## AIR

### Conversion de ppm dans l'air à son équivalent en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

La conversion des valeurs de contaminants dans l'air de ppm en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  n'est pas aussi simple que les conversions similaires dans l'eau ou le sol. Dans ce cas, la conversion dépend du poids atomique moléculaire du contaminant. Les poids atomiques se retrouvent dans la plupart des manuels de chimie. Pour convertir de ppm en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  dans l'air, l'équation suivante doit être utilisée :

$$\text{Concentration de contaminants } (\mu\text{g}/\text{m}^3) = \text{Concentration de contaminant (ppm)} \times \text{poids moléculaire du contaminant} \times 40,9$$

EXEMPLE : Convertir le polluant ozone, à 0,08 ppm dans l'air, à son équivalent en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Le poids moléculaire de l'ozone est 48.

$$\begin{aligned} \text{Concentration de contaminant } (\mu\text{g}/\text{m}^3) &= 0,08 \text{ ppm} \times 48 \times 40,9 \\ &= 157 \mu\text{g}/\text{m}^3 \end{aligned}$$

157  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  d'ozone équivaut à 0,08 ppm d'ozone.

## 2. Les micro-organismes

Les micro-organismes, dont les bactéries, les virus et les protozoaires, sont généralement mesurés par le nombre d'organismes présents dans un volume donné. Par exemple,

100 organismes/100 millilitres (mL) et  
100 organismes/centimètre cube ( $\text{cm}^3$ )

## 3. Le rayonnement

Différentes caractéristiques de rayonnement peuvent être mesurées alors que le rayonnement se déplace depuis sa source, à travers les organismes vivants. Les trois caractéristiques décrites ci-dessous sont l'activité, la dose absorbée et la dose équivalente. Pour chaque caractéristique de rayonnement, il existe au moins deux unités différentes. Ces unités différentes sont simplement les descriptions plus anciennes et plus récentes de la même grandeur, de la même façon que les pieds et les mètres mesurent tous les deux la distance.

### UNITÉS RADIOLOGIQUES

Quantité	Unité métrique	Symbole	Ancienne unité	Symbole	Relation
Activité	becquerel	<i>Bq</i>	curie	<i>Ci</i>	1 <i>Ci</i> = $3,7 \times 10^{10}$ <i>Bq</i>
Dose absorbée	gray	<i>Gy</i>	rad	<i>rad</i>	1 <i>rad</i> = 0,01 <i>Gy</i>
Dose équivalente	sievert	<i>Sv</i>	rem	<i>rem</i>	1 <i>rem</i> = 0,01 <i>Sv</i>

### **Activité**

Les éléments radioactifs (radionucléides) se décomposent ou se divisent en substances plus légères. Lorsqu'ils se décomposent, ces éléments émettent de l'énergie appelée rayonnement ionisant. Plus la décomposition est importante, plus le rayonnement s'intensifie. L'énergie dégagée durant la décomposition radioactive se fait sous forme de rayonnement alpha, bêta ou gamma. L'activité d'un radionucléide est une mesure de son taux de décomposition. Le becquerel (*Bq*) est l'unité du système international (S.I.) pour mesurer cette activité. L'unité de mesure plus ancienne est le curie (*Ci*). Un curie est égal à  $3,7 \times 10^{10}$  becquerels.

### **Dose absorbée**

Lorsque l'énergie ionisante provenant des substances radioactives se déplace à l'intérieur d'un organisme vivant, l'énergie est émise aux cellules de cet organisme. Cette énergie détériore les cellules et interfère avec leur fonctionnement. Les dommages aux cellules dépendent de la quantité d'énergie donnée par kilogramme de tissu vivant. Cette quantité est la dose absorbée et l'unité S.I. est le gray (*Gy*). Un gray est égal à un joule (J) d'énergie absorbée par kilogramme de tissu vivant. L'ancienne unité pour la dose absorbée est le *rad* ( $100 \text{ rad} = 1 \text{ Gy}$ ).

### **Dose équivalente**

Toutes les doses de radiation absorbées n'endommagent pas les cellules vivantes de la même manière. En effet, la radioactivité produit différentes sortes d'énergie, telles que alpha, bêta et gamma. Les dommages causés par chaque type de rayonnement sont directement reliés à la rapidité avec laquelle chaque type distribue son énergie en se déplaçant à travers le tissu vivant. Le rayonnement alpha, par exemple, cause plus de dommages parce qu'il perd son énergie très rapidement au cours de son passage. D'autre part, le rayonnement gamma cause le moins de dommage parce qu'il perd très peu de son énergie.

Pour donner une image plus précise du dommage causé par une dose absorbée de rayonnement, on calcule une nouvelle unité de mesure : la dose équivalente. La dose équivalente est directement reliée à la dose absorbée, mais elle prend en ligne de compte le type de rayonnement en cause. Pour calculer la dose équivalente, la dose absorbée pour chaque type de rayonnement est multipliée par un facteur qui tient compte de sa capacité d'endommager les tissus. Ce facteur est appelé *facteur de pondération du rayonnement*, et la fourchette va de 1 pour le rayonnement bêta jusqu'à 20 pour le rayonnement alpha.

#### **COMPARAISON DE LA DOSE ABSORBÉE ET DE LA DOSE ÉQUIVALENTE**

Type de rayonnement	Dose absorbée	Dose équivalente
Rayonnement bêta	1 Gy	1 Sv
Rayonnement alpha	1 Gy	20 Sv

L'unité S.I. pour la dose équivalente est le sievert (*Sv*). Un sievert est égal à un joule d'énergie absorbée par kilogramme de poids corporel (J/kg). L'ancienne unité de mesure pour la dose équivalente est le *rem* ( $100 \text{ rem} = 1 \text{ Sv}$ ).

### ***Autres complications***

La dose équivalente signifie-t-elle que le rayonnement alpha est toujours plus dangereux que le rayonnement bêta ou gamma? La réponse n'est pas aussi simple. Le rayonnement gamma peut créer un danger plus grand pour la santé parce qu'il se déplace plus loin dans le corps. Le rayonnement alpha est arrêté par la peau. Il devient seulement un danger lorsque la source du rayonnement alpha a été avalée ou aspirée dans le corps. Le rayonnement gamma, d'autre part, est un danger à partir de n'importe quel type de source, qu'il se trouve à l'intérieur ou à l'extérieur du corps.

Pour compliquer encore plus les choses, certains tissus du corps peuvent être endommagés plus facilement que d'autres par le rayonnement. Par exemple, le risque d'un cancer fatal des poumons est plus élevé que le risque d'un cancer fatal des os, pour la même dose équivalente. En d'autres termes, l'effet d'une dose équivalente dépend de la partie du corps exposée. Pour tenir compte de ces différences, les scientifiques ont mis au point un autre facteur appelé *facteur de pondération des tissus*. En multipliant la dose équivalente par ce facteur pour chaque organe du corps, puis en ajoutant les résultats de tous les organes, on peut alors calculer une nouvelle quantité : la *dose efficace*. La dose efficace donne une mesure générale du risque pour la santé de tout type de rayonnement, quelles que soient les parties du corps exposées et peu importe que la source soit à l'intérieur ou à l'extérieur du corps.

## ANNEXE E : GLOSSAIRE

---

### *Agrégat de maladies*

Une série de cas de maladies ou autres effets sur la santé qui se produisent à la même époque ou au même endroit ou les deux.

### *Appréciation du risque*

Techniques qui permettent de mesurer systématiquement et d'estimer la possibilité des effets sur la santé, et autres résultats entraînés par le dégagement ou la décharge de quantités spécifiées de polluants.

### *Bioaccumulation*

Certains polluants ne sont pas excrétés rapidement, mais plutôt entreposés dans certaines parties du corps sur de longues périodes. Le total des polluants dans le corps (le «fardeau du corps») peut s'accumuler, si l'organisme est exposé à la substance sur une longue période.

### *Bioamplification*

Les polluants se «bioamplifient» lorsqu'ils s'accumulent et qu'ils atteignent des niveaux de concentration plus élevés au fur et à mesure qu'ils se déplacent le long de la chaîne alimentaire. Par exemple, lorsque les polluants dans les plantes sont passés aux animaux qui consomment ces plantes, les animaux peuvent être exposés à des niveaux plus élevés parce que les plantes ont recueilli et concentré les polluants, et que les animaux mangent de nombreuses plantes.

### *BPC*

Un groupe de 209 composés chimiques, aussi appelé biphényles polychlorinés, constitués de carbone, d'hydrogène et de chlore.

### *Cancérogène*

Une substance (p. ex., un produit chimique) ou un agent (p. ex., un rayonnement ionisant) qui cause le cancer.

### *Congénère*

Une configuration ou un mélange différent d'un produit chimique unique dans lequel certains des atomes occupent différentes positions dans la molécule.

### *Contaminant*

Une substance étrangère au système naturel ou présente dans des concentrations non naturelles.

### *Courbe dose-réponse*

Une relation mathématique entre l'exposition à un produit chimique toxique, et certains effets sur la santé («extrémité»). Souvent, des doses plus élevées produiront un plus grand nombre d'effets adverses ou de réactions plus sévères. Par exemple, plus une personne consomme de boissons alcooliques, plus elle risque de montrer des signes d'intoxication. Étant donné qu'il y a une relation mathématique entre la quantité d'exposition (la «dose») et les effets observés (la «réponse»), la relation peut être indiquée sur un graphique ou une «courbe».

### *DDT*

Un insecticide, appelé aussi dichloro-diphényl-trichloroéthane. Le DDT peut se diviser en DDE (dichloro-diphényl-*trichloéthylène*), *qui est très persistant dans l'environnement.*

### *Demi-vie*

La quantité de temps nécessaire pour que la moitié d'un polluant particulier se dégrade (se change en une autre forme chimique) dans le milieu, de façon à ce que seulement la moitié de la quantité du polluant original reste dans le milieu.

### *Démographie*

L'étude des populations, particulièrement en ce qui a trait à l'importance et à la densité de la population, à la fertilité, à la mortalité, à la croissance, à la distribution des âges, à la migration et aux statistiques vitales, ainsi que l'interaction de toutes ces données avec les conditions sociales et économiques.

### *Dioxine*

Un groupe d'environ 75 produits chimiques, aussi appelés polychlorodibenzodioxines (PCDD). Le plus toxique est 2,3,7,8-TCDD (tétrachlorodibenzodioxine).

### *Directives*

Une limite recommandée pour une substance ou un agent dans le but de protéger la santé des êtres humains ou l'environnement. Cette limite ne peut pas être exécutée par des moyens légaux.

### *Dose journalière tolérable (DJT)*

La dose journalière tolérable est une évaluation de la quantité d'un produit chimique que les êtres humains peuvent consommer chaque jour durant toute leur vie sans mettre leur santé en péril. Cette dose est généralement exprimée en milligrammes de produit chimique par kilogramme de poids corporel par jour (mg/kg/jour).

### *DL<sub>50</sub>*

DL<sub>50</sub> est la dose d'une substance administrée aux rats (à moins d'indication contraire) et qui causera la mort chez 50 % des animaux de laboratoire. DL signifie dose létale.

### *Épidémiologie*

La science qui étudie les relations statistiques entre les modes de maladie et le déclenchement de facteurs de cause ou de contributions possibles.

### *Évaluation d'exposition*

La mesure ou l'estimation de la magnitude, de la fréquence, de la durée et de la voie d'exposition des individus ou des populations aux substances qui se trouvent dans le milieu.

### *Exposition*

L'exposition est tout contact entre une substance et une personne qui a touché, respiré les poussières ou les vapeurs, ou avalé le produit ou le liquide provenant d'une source contaminée. Cela peut être mesuré comme étant la quantité de substance, qui peut être absorbée, présente aux frontières d'échange de l'organisme (p. ex., peau, poumons, voie digestive).

### *Gestion du risque*

Le fait de prendre des décisions concernant le dégagement d'un polluant et de déterminer ce qui est acceptable en fonction du risque et des personnes affectées.

### *Groupe témoin*

Dans une étude expérimentale ou dans une étude de suivi, le groupe témoin comprend des sujets observés qui n'ont pas été exposés au contaminant soumis à l'étude, afin de pouvoir les comparer aux groupes exposés. Dans une étude cas-témoin, le groupe témoin est constitué de sujets non affectés par la maladie soumise à l'étude, à des fins de comparaison avec un groupe qui a cette maladie.

### *Hépatique*

Qui se rapporte au foie.

### *Incidence*

Le nombre de cas nouveaux de maladies survenus dans une population définie au cours d'une période donnée. Elle est souvent présentée en tant que nombre de nouveaux cas par 1 000 ou 100 000 par an. Le taux d'incidence peut fournir une évaluation directe du risque de contracter une maladie durant une période donnée.

### *Limite de détection*

La concentration la plus basse d'une substance qui peut être décelée avec certitude par la technique de mesure utilisée.

### *Mutagène*

Une substance ou un agent qui peut changer le matériel génétique (ADN ou ARN), entraînant des changements héréditaires.

### *Norme*

Une limite qui peut être exécutée de façon légale pour une substance ou un agent dans le but de protéger la santé des êtres humains ou l'environnement. Le fait de dépasser les normes pourrait entraîner des effets nocifs inacceptables pour tout ce que la norme est supposée protéger.

### *Objectif*

Un niveau préférable ou désiré d'une substance ou d'un agent dans le milieu, souvent zéro ou la limite de détection.

### *Période de latence*

La période entre l'exposition à un agent causant une maladie et l'apparition ou la manifestation de cette maladie.

### *Persistant*

Un polluant qui prend longtemps avant de se décomposer ou de devenir non dangereux dans le milieu. Dans le cadre de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs, un polluant persistant est un polluant qui a une demi-vie de huit semaines ou plus.

### *Prévalence*

Le nombre de cas existants d'une maladie donnée ou autre condition dans une population donnée à un moment désigné.

### *Radionucléide*

Un nucléide instable (noyau d'un atome) qui subit une décomposition radioactive spontanée, émettant un rayonnement au cours du processus, et se transformant éventuellement en un autre élément.

### *Rapport de taux standardisés de mortalité (ou de morbidité)*

Le rapport de taux standardisés de mortalité (RTSM) est le nombre de décès (ou de maladies) observés dans une population divisé par le nombre qui serait prévu dans une population standard ou population témoin. Les événements dans le RTSM peuvent être soit le décès (c.-à-d., mortalité) soit l'incidence de la maladie (c.-à-d., morbidité).

### *Rénal*

Qui se rapporte aux reins.

### *Réseau alimentaire*

Un réseau alimentaire se compose de différentes espèces de plantes et d'animaux qui dépendent les uns des autres pour leur nourriture. Ce réseau contient généralement des plantes vertes (producteurs primaires), des herbivores qui consomment les plantes et un ou plusieurs niveaux de carnivores ou d'espèces prédatrices. Les êtres humains se situent au sommet d'un grand nombre de réseaux alimentaires.

### *Risque*

Le risque est la probabilité ou la possibilité qu'un effet adverse sur la santé (p. ex., une maladie) se produise chez une personne ou un groupe de personnes exposées à une concentration particulière ou à une dose particulière d'un agent dangereux.

### *Risque attribuable*

Le risque attribuable est défini comme étant le taux d'incidence de maladie chez les personnes exposées que l'on pourrait attribuer à l'exposition. On obtient cette mesure en soustrayant le taux d'incidence de maladie parmi la population non exposée du taux de la population exposée. On prend aussi pour acquis que les causes autres que celles soumises à l'enquête ont eu des effets égaux sur les groupes exposés et les groupes non exposés.

### *Risque excessif*

Un risque accru de maladie au-dessus du taux normal.

### *Risque relatif*

Le risque relatif est une mesure de la force d'association entre l'exposition et la maladie. Le risque relatif est défini comme étant le ratio du taux d'incidence de la maladie parmi les personnes exposées, par rapport au taux d'incidence de la maladie parmi les personnes non exposées.

### *Substance toxique*

Une substance capable de causer des effets nocifs aux êtres humains, aux animaux ou autres êtres vivants à un certain niveau d'exposition. Dans l'usage courant, cette expression se rapporte à des substances chimiques capables de causer des effets nocifs à de très faibles niveaux d'exposition, tout en fournissant très peu ou pas d'avantages du tout à l'organisme en question.

### *Tératogène*

Une substance ou un agent qui cause des effets (p. ex., des malformations congénitales) chez les descendants des adultes exposés.

### *Toxicologie*

Une science qui étudie les effets des poisons sur les êtres humains, les animaux ou autres organismes.

### *Trajet d'exposition*

Le trajet qu'un contaminant peut prendre pour atteindre les êtres humains ou autres organismes vivants. Les trajets d'exposition comprennent tous les éléments qui relient la source d'un contaminant à la voie d'exposition (ingestion, inhalation, contact par la peau) par le biais de laquelle le contaminant pénètre dans le corps.

### *Voie d'exposition*

Le moyen par lequel les contaminants pénètrent dans le corps, soit par ingestion (en avalant), par inhalation (en respirant) ou par contact avec la peau (en touchant).