




Enquête sur l'exposition des êtres humains aux contaminants dans le milieu : Un guide pour les calculs de l'exposition



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

Partie 1 de 3



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

Un guide pour les calculs de l'exposition

Notre mission est d'aider les Canadiens et les Canadiennes
à maintenir et à améliorer leur état de santé.

Santé Canada

Publication autorisée par le ministre de la Santé nationale et du Bien-être social

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada, 1995

N° de cat. H49-96/1-1995F

ISBN-0-662-80368-X

Also available in English under the title: *Investigating Human Exposure to
Contaminants in the Environment: A Handbook for Exposure Calculations.*

Imprimé sur papier recyclé.

AVANT-PROPOS

Le grand public et les collectivités prennent de plus en plus conscience du rapport existant entre leur santé et l'environnement. *L'Enquête sur l'exposition des êtres humains aux contaminants dans le milieu* comprend deux guides contenant des renseignements sur la façon d'aider les collectivités à interpréter ce rapport. Le *guide communautaire* vous aidera à mener une évaluation descriptive de l'exposition et à établir le profil de santé de votre collectivité. *Un guide pour les calculs de l'exposition* décrit les méthodes générales utilisées pour calculer l'exposition des êtres humains aux contaminants dans le milieu. Ces guides ont été préparés par le programme «Les Grands Lacs : Impact sur la santé» de la Direction générale de la protection de la santé, Santé Canada.

Pour de plus amples renseignements sur le programme «Les Grands Lacs : Impact sur la santé» ou sur l'un de ces guides, communiquez avec :

Les Grands Lacs : Impact sur la santé
Immeuble principal, aile 1100
Localisateur postal 0301 A1
Pré Tunney
Ottawa (Ontario)
K1A 0K9
Tél. : (613) 957-1876

REMERCIEMENTS

Enquête sur l'exposition des êtres humains aux contaminants dans le milieu : Un guide pour les calculs de l'exposition a été préparé par le programme «Les Grands Lacs : Impact sur la santé» de la Direction générale de la protection de la santé, Santé Canada. Un certain nombre de personnes ont contribué à la préparation de ce guide. Il s'agit de : Douglas Haines, Jennifer Rae, Andy Gilman, Mary Hegan et Lynn Andrews, du programme Les Grands Lacs : Impact sur la santé, Brian Ahier, de la Division des dangers des rayonnements du milieu, ainsi que Rod Raphael et Barry Jessiman, de la Division de la surveillance et des critères, qui font tous partie de la Direction de l'hygiène du milieu de Santé Canada. Les personnes suivantes ont révisé le présent guide : Elaine Easson, Danny Epstein, Bev Huston, David Kane, Mark Richardson, Keith Rodgers et Ron Newhook.

Les illustrations et les photos contenues dans le guide proviennent de diverses sources. Les figures 1 et 2 ont été créées pour ce guide. La figure 3 est extraite de «*Un lien naturel*», publié en 1992 par Santé et Bien-être social Canada. Sauf indication contraire, toutes les photographies ont été fournies par Santé Canada. La couverture nous a été fournie par Douglas Haines.

TABLE DES MATIÈRES

1. AU SUJET DE CE MANUEL	1
Pourquoi ce manuel a-t-il été mis au point?	1
Que renferme ce manuel?	1
De quelle manière peut-on interpréter les résultats?	1
Mise en garde	2
Unités de mesure pour les contaminants dans l'environnement - Terminologie	2
2. LE MODÈLE D'EXPOSITION	4
Qu'est-ce que l'exposition?	4
Qu'est-ce qu'un trajet d'exposition?	4
Quel est le rapport entre la dose et la réponse?	6
3. ESTIMATION DE L'EXPOSITION AUX PRODUITS CHIMIQUES	9
Quelle est la dose journalière estimée (DJE)?	9
Qu'est-ce que la dose journalière tolérable (DJT)?	10
Qu'appelle-t-on dose spécifique aux risques (DSR)?	11
De quelle manière la DJE se compare-t-elle à la DJT ou à la DSR?	12
4. ESTIMATION DE L'EXPOSITION AU RAYONNEMENT IONISANT	14
Quelle est la différence entre les évaluations d'exposition au rayonnement et celles d'exposition aux produits chimiques?	14
De quelle manière le rayonnement est-il mesuré?	14
Quelles sont les limites recommandées à l'exposition aux rayonnements?	16
5. MÉTHODE ÉTAPE PAR ÉTAPE POUR ESTIMER L'EXPOSITION AUX CONTAMINANTS ENVIRONNEMENTAUX	17
6. DOSE JOURNALIÈRE ESTIMÉE POUR LES PRODUITS CHIMIQUES : ÉQUATIONS ET EXEMPLES	18
Hypothèses et déductions	18

Les facteurs d'exposition	18
Estimation de l'exposition provenant de la pollution de l'air	20
Estimation de l'exposition par ingestion d'eau	22
Estimation de l'exposition par ingestion de sol	24
Estimation de l'exposition par ingestion d'aliments	26
Estimation des doses d'exposition par la peau (eau et sol)	29
Dose d'exposition lors du contact de l'eau contaminée avec la peau	29
Dose d'exposition lors du contact de sol contaminé avec la peau	32
Calcul de la dose journalière estimée (DJE)	35
Comparaison de la DJE à la DJT ou à la DSR	36
Une autre façon d'appuyer vos résultats	37
7. DOSE ESTIMÉE POUR LE RAYONNEMENT IONISANT : ÉQUATIONS ET EXEMPLES	38
Facteurs d'exposition	38
Estimation de l'exposition au rayonnement par inhalation d'air	39
Estimation de l'exposition au rayonnement par ingestion d'eau	40
Estimation de l'exposition au rayonnement par ingestion de sol	41
Estimation de l'exposition au rayonnement par ingestion d'aliments	42
Calcul de la dose estimée (DE) pour le rayonnement ionisant	44
Comparaison de la DE avec les limites d'exposition au rayonnement	45
8. QUE FAITES-VOUS ENSUITE?	46
Avant de passer à l'étape suivante	46
Que doit-on faire ensuite?	46

TABLEAUX

TABLEAU 1 : Valeurs recommandées pour la dose journalière d'air, d'eau et de sol	48
TABLEAU 2 : Valeurs recommandées pour le poids corporel et la surface corporelle	49
TABLEAU 3 : Consommation moyenne de divers groupes d'aliments par les Canadiens, d'après l'enquête Nutrition Canada	50
TABLEAU 4 : Constantes de perméabilité (P) pour des composés sélectionnés, exposition de la peau à l'eau	51
TABLEAU 5 : Facteurs de biodisponibilité (FB) pour composés sélectionnés, exposition de la peau au sol	52
TABLEAU 6 : Doses journalières tolérables et doses spécifiques aux risques pour des contaminants sélectionnés	53
TABLEAU 7 : Facteurs de conversion de dose (FCD) pour des radionucléides sélectionnés	54
TABLEAU 8 : Critères provisoires d'évaluation des sols et de l'eau	55

GLOSSAIRE	58
------------------------	-----------

RÉFÉRENCES	60
-------------------------	-----------

RESSOURCES	61
-------------------------	-----------

1. Gouvernement fédéral	61
2. Gouvernement provincial (Ontario)	61
3. Administration municipale	62
4. Établissements d'enseignement supérieur	63
5. Agences et associations	63

BASES DE DONNÉES EN DIRECT	65
-----------------------------------------	-----------

1. AU SUJET DE CE MANUEL

Pourquoi ce manuel a-t-il été mis au point?

Au cours de ces dernières années, nous avons constaté une augmentation considérable de l'intérêt manifesté par la population au sujet des questions environnementales et de la façon dont la santé pouvait être affectée par l'environnement. Les professionnels de la santé, qui doivent répondre à la demande du public, ont besoin d'un plus grand nombre d'outils pour évaluer les risques posés par les contaminants de l'environnement au sein des collectivités. D'autre part, le public tient à savoir de quelle manière ces évaluations sont effectuées.

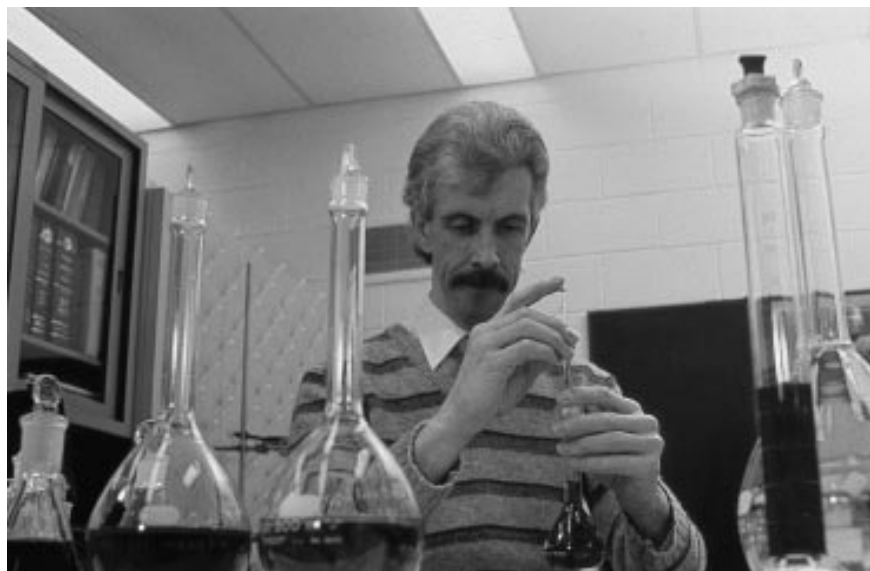
Radionucléide

Un nucléide instable (noyau d'un atome) qui subit une détérioration radioactive spontanée, émettant par la même occasion un rayonnement ionisant et se transformant éventuellement d'un élément en un autre.

Ce manuel décrit un processus étape par étape pour calculer les expositions aux **produits chimiques** et aux **radionucléides** que l'on retrouve dans l'environnement. Les méthodes présentées dans ce manuel peuvent être utiles aux professionnels de la santé appelés à réaliser des évaluations d'exposition. Ces mêmes renseignements peuvent aussi aider le public à comprendre le processus ainsi que les méthodes généralement utilisées pour réaliser les évaluations d'exposition.

Que renferme ce manuel?

Ce manuel offre les renseignements techniques nécessaires pour calculer l'exposition aux contaminants environnementaux. Il comprend une brève description du modèle d'exposition et de la méthode générale dont on se sert pour estimer l'exposition aux contaminants. On y retrouve aussi des équations utilisées pour calculer l'exposition, ainsi que des exemples précis montrant la façon dont ces calculs sont réalisés. Pour résoudre les équations, il est nécessaire de disposer de diverses mesures et valeurs. Étant donné que l'ensemble de toutes ces valeurs risque de ne pas être disponible dans votre situation précise, nous avons inclus dans ce manuel des tableaux des valeurs standard que vous pourrez substituer aux valeurs manquantes.



De quelle manière peut-on interpréter les résultats?

Que pouvez-vous faire avec les résultats des calculs décrits dans ce manuel? Tout d'abord, vos résultats permettront d'identifier les trajets d'exposition importants pour chacun des contaminants qui pourraient causer des préoccupations dans votre collectivité. La connaissance de ces trajets d'exposition est en effet utile pour concevoir des stratégies

visant à réduire l'exposition. Les résultats des calculs d'exposition peuvent aussi permettre de déterminer si des études détaillées s'imposent avant que des mesures ne soient prises pour réduire l'exposition.

Mise en garde

Lors du calcul de l'exposition des gens aux contaminants de l'environnement, on utilise de nombreuses hypothèses et de nombreux jugements. Certains d'entre eux comprennent l'utilisation de valeurs moyennes pour le poids corporel, la quantité d'aliments et d'eau consommés, la quantité d'air respiré et le nombre de fois que l'exposition aux contaminants se produit au cours d'une existence. Certains groupes réalisant les mêmes calculs peuvent utiliser des hypothèses différentes ou posséder plus ou moins de renseignements pour effectuer leurs calculs. En conséquence, les résultats obtenus par un groupe ou un service donné peuvent différer des résultats obtenus par d'autres.

Ce manuel n'a aucunement l'intention de remplacer l'expertise professionnelle. Il cherche plutôt à décrire une approche générale qui peut être utilisée pour estimer l'exposition aux contaminants environnementaux. Si vous désirez calculer les expositions à l'intérieur de votre collectivité, il est important de consulter les professionnels chaque fois que vous éprouverez des doutes durant la collecte ou l'analyse des données, au moment de tirer des conclusions ou de formuler des recommandations.

Unités de mesure pour les contaminants dans l'environnement - Terminologie

On peut exprimer les concentrations de produits chimiques et de radionucléides de nombreuses façons en utilisant différentes unités de mesure. Lors du calcul de l'exposition, on peut avoir besoin de convertir les unités de mesure des concentrations de contaminant en une autre unité.

Dans les *liquides* tels que l'eau, les contaminants chimiques sont plus souvent exprimés en milligrammes par litre (mg/L) ou en microgrammes par litre (μ /L). Un milligramme équivaut à mille microgrammes. De la même manière, les concentrations d'activités de radionucléides sont exprimées en becquerels par litre (Bq/L). Dans *le sol, les aliments et autres solides*, les niveaux de contaminants chimiques sont généralement exprimés en milligrammes par kilogramme (mg/kg) tandis que les concentrations d'activités de radionucléides sont exprimées en becquerels/kilogramme (Bq/kg). Les concentrations de produits chimiques et de particules dans *l'air* sont généralement exprimées en milligrammes ou microgrammes par mètre cube (mg/m^3 , μ/m^3) ou en becquerels par mètre cube (Bq/m^3) pour ce qui concerne l'activité de radionucléide. À l'occasion, les unités pour les concentrations de produits chimiques et de radionucléide 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). La relation des diverses expressions de concentration est indiquée à la page ci-contre.

Les éléments radioactifs (radionucléides) se détériorent ou se décomposent en substances plus légères. Durant cette décomposition, ils émettent de l'énergie que l'on appelle rayonnement ionisant. Plus la décomposition est importante, plus le rayonnement est grand. 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 dégradation. Le becquerel (Bq) est l'unité du système international (S.I.) pour mesurer une telle activité. L'ancienne unité de mesure était le curie (Ci). Un curie est égal à $3,7 \times 10^{10}$ becquerels.

UNITÉS DE BASE

g (gramme)		µg (microgramme) = 10 ⁻⁶ gramme
kg (kilogramme) = 10 ³ gramme		ng (nanogramme) = 10 ⁻⁹ gramme
mg (milligramme) = 10 ⁻³ gramme		pg (picogramme) = 10 ⁻¹² gramme

L'unité de base de l'activité de radionucléide est le becquerel (*Bq*).

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 µg/L	10 ⁻³	1	10 ³	10 ⁶	1 µg/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

* La concentration d'activité de radionucléide est généralement exprimée en *Bq/L* dans les liquides et en *Bq/kg* dans les solides.

AIR

Conversion de ppm dans l'air à son équivalent en µg/m³

La conversion des valeurs de contaminants dans l'air de ppm en µg/m³ 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 µg/m³ dans l'air, l'équation suivante doit être utilisée :

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

EXEMPLE : Convertir le polluant ozone, à 0,08 ppm dans l'air, à son équivalent en µg/m³. Le poids moléculaire de l'ozone est 48.

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

157 µg/m³ d'ozone équivaut à 0,08 ppm d'ozone

La concentration d'activité de radionucléide dans l'air est généralement exprimée en *Bq/m³*.

2. LE MODÈLE D'EXPOSITION

Qu'est-ce que l'exposition?

L'**exposition** est tout contact entre une substance et un individu qui a touché, respiré les poussières 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.

Qu'est-ce qu'un 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 et elles varient d'une collectivité à l'autre. Elles peuvent comprendre les émissions des voitures, les émanations provenant des cheminées, les eaux usées sortant des usines et des moulins, les sites d'enfouissement des déchets, les usines et les sites d'entreposage fermés, les produits de consommation (p. ex., peintures, produits de nettoyage domestiques) et d'autres sources nombreuses, tant à l'intérieur qu'en plein air. Un certain nombre de substances sont aussi émises 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 avoir lieu. Chez les êtres humains, les principaux milieux environnementaux comprennent l'eau, l'air, les aliments et le sol :

i. L'EAU

Eau souterraine (eau située sous le sol, et provenant des aquifères et des puits)

- l'eau potable des puits (municipaux ou domestiques), les bains, les douches;
- l'utilisation industrielle, agricole ou récréative de l'eau souterraine;
- utilisation à des fins récréatives ou à d'autres fins des sources naturelles et avens.

Eau de surface (eau des lacs, des rivières et des étangs)

- eau potable (municipale ou domestique), eau pour le bain et la douche;
- eau pour les activités récréatives telles que la navigation, le canotage et la natation;
- eau pour usage industriel ou agricole.

ii. L'AIR

- l'air intérieur, y compris la qualité de l'air à la maison, au travail et à l'école;
- l'air extérieur;
- les gaz contaminants provenant de la production industrielle et autres processus (p. ex., émissions des voitures, chauffage des maisons).

iii. LES 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 pesticides;
- 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 maternel a une forte teneur en graisse).

iv. LE 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.

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.

Voies d'exposition

Une **voie d'exposition** est la façon dont le contaminant pénètre dans le corps de l'être humain. Il existe trois voies par lesquelles les êtres humains peuvent être contaminés. Celles-ci comprennent :

i. Ingestion

- Le fait d'avaler quelque chose qui contient le contaminant. Cela peut comprendre les aliments, l'eau, les petites quantités de sol, et l'ingestion accidentelle d'objets ou d'autres liquides contenant le contaminant. La bouche, la gorge, l'estomac et les intestins peuvent absorber rapidement certains produits ingérés.

ii. Inhalation

- Le fait de respirer une substance sous forme de gaz ou de vapeur, ou de particules aéroportées. Cela comprend de petites quantités de sol et de poussière qui peuvent être inhalées par les poumons. Les poumons absorbent souvent, d'une façon rapide et efficace, les gaz et les vapeurs.

iii. Contact avec la peau

- Certains contaminants dans l'eau, le sol et l'air peuvent être absorbés par la peau.

En plus des trois voies d'exposition ci-dessus, l'exposition au rayonnement ionisant (provenant des radionucléides du sol, de l'air, ou des sources de rayonnement à l'extérieur du corps) peut aussi se produire par irradiation externe directe.

Les éléments d'un trajet d'exposition sont illustrés à la FIGURE 1.

Quel est le rapport entre la dose et la réponse?

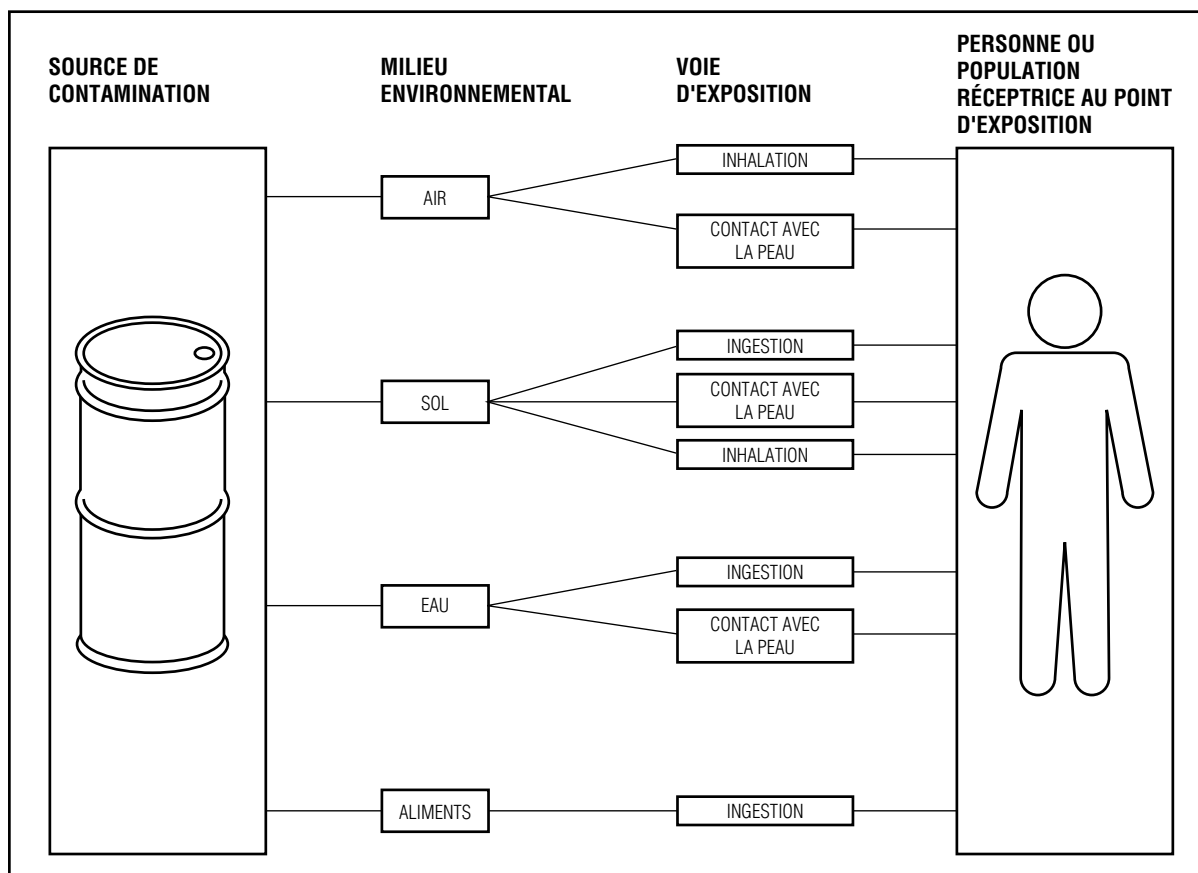
Le rapport qui existe entre la quantité de contaminant administrée (la dose) et l'effet sur la santé (la réponse) est appelé la relation dose-réponse. La relation dose-réponse est généralement déterminée au cours d'expériences en laboratoire utilisant des animaux et, dans certains cas, à la suite des résultats d'études épidémiologiques sur les êtres humains.

Pour la plupart des contaminants, aucun effet néfaste pour la santé ne peut être observé lorsque la dose descend en dessous d'un certain niveau. Ce niveau est appelé dose seuil. On ne peut pas savoir d'une façon conclusive si des effets néfastes pour la santé se produisent ou non en dessous du seuil, en raison des limites des études toxicologiques.

Si l'on se fie aux connaissances sur la façon dont se développe le cancer, on tient généralement pour acquis que les contaminants causant le cancer

FIGURE 1:

Principaux trajets d'exposition des êtres humains aux contaminants environnementaux

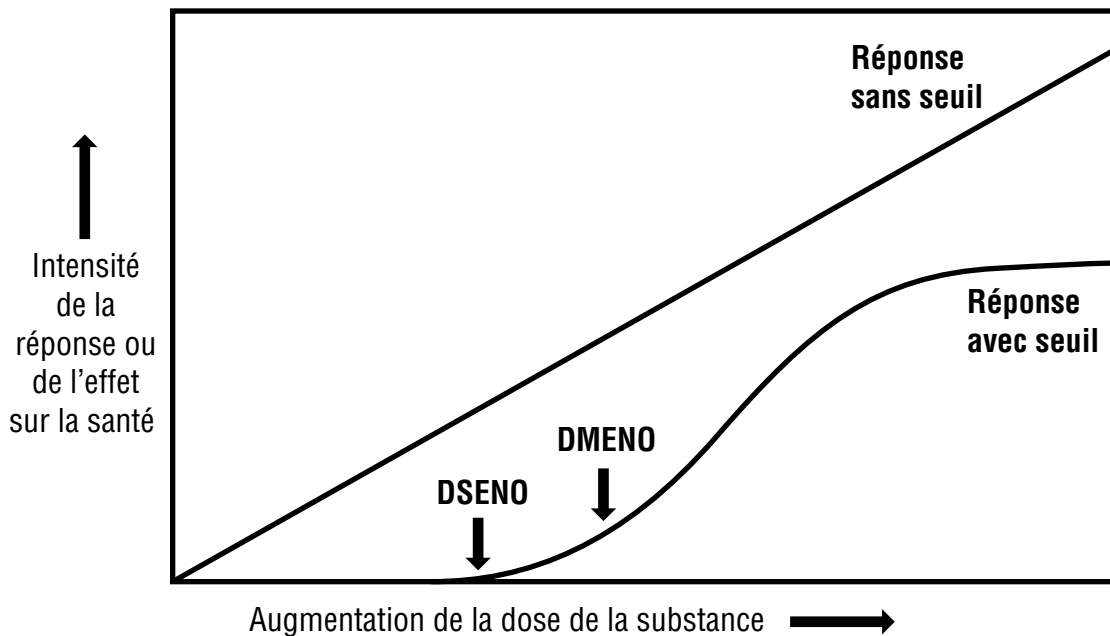


(cancérogènes) peuvent le faire, même à de très faibles niveaux d'exposition. En d'autres termes, on suppose que la plupart des cancérogènes n'ont pas de dose seuil. Une relation dose-réponse typique pour les cancérogènes est illustrée par la ligne droite intitulée «réponse sans seuil» à la FIGURE 2.

Pour les effets sur la santé autres que le cancer, on prend pour acquis que les effets sur la santé ne se produisent pas lorsque la dose de contaminant descend en dessous d'un certain seuil. Une relation dose-réponse typique pour de tels contaminants est illustrée par la ligne courbe intitulée «réponse avec seuil» à la FIGURE 2.

FIGURE 2:

Relation dose-réponse



DSENO - Dose sans effet nocif observé - Le niveau d'exposition à un produit chimique au quel 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.

3. ESTIMATION DE L'EXPOSITION AUX PRODUITS CHIMIQUES

Quelle est la dose journalière estimée (DJE)?

Nous sommes tous exposés à un faible niveau de contamination dans l'air que nous respirons, dans les aliments que nous consommons et dans l'eau que nous buvons. La dose journalière estimée (DJE) pour un contaminant chimique représente l'exposition totale à partir de tous les trajets d'exposition connus ou soupçonnés pour une personne moyenne. Des exemples sur la façon de calculer la DJE sont donnés à la section 6 - Dose journalière estimée : équations et exemples.

CALCUL DE LA DOSE JOURNALIÈRE ESTIMÉE

On peut calculer la dose journalière estimée (DJE) d'un produit chimique en additionnant toutes les expositions d'un polluant provenant des 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 toutes ces combinaisons de 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).

Qu'est-ce que la dose journalière tolérable (DJT)?

La dose journalière tolérable (DJT) est une estimation de la quantité de produits chimiques non cancérogènes auxquels les êtres humains peuvent être exposés chaque jour pendant toute leur vie, sans que leur santé soit menacée. La DJT peut aussi s'appliquer aux effets non cancérogènes des produits chimiques qui causent le cancer. Celle-ci s'exprime généralement en milligrammes de produits chimiques par kilogramme de poids corporel par jour (mg/kg/jour). L'expression «dose journalière acceptable» (DJA) est aussi utilisée à la place de DJT. Toutefois, les deux expressions décrivent la même valeur.

Les DJT pour les êtres humains sont généralement basées sur des études réalisées sur des animaux de laboratoire. Au cours de ces études, les chercheurs ont établi ce que l'on appelle Dose sans effet nocif observé (*DSENO*), lorsque les concentrations du produit chimique n'entraînent pas d'effets néfastes pour la santé chez les animaux, ou Dose minimale avec effet nocif observé (*DMENO*) qui représente la concentration de contaminants la plus basse à laquelle des effets néfastes pour la santé sont observés. Ce niveau est alors divisé par un facteur d'incertitude (FI) pour calculer la DJT. Selon l'exhaustivité des études, la confiance avec laquelle les chercheurs appliquent leurs conclusions aux êtres humains et les effets nocifs que la substance en question peut causer, le facteur d'incertitude peut varier entre 10 et plusieurs milliers.

$$\text{DJT} = \frac{\text{DSENO (DMENO)}}{\text{FI}}$$

Les DJT sont utilisées par les gouvernements pour établir les directives à respecter pour protéger la santé des êtres humains contre les effets possibles pour la santé des contaminants de l'environnement. Ces directives sont revues et étudiées périodiquement, particulièrement dans les cas où l'on a obtenu de nouveaux renseignements scientifiques. À la suite de nouveaux renseignements, ou de nouveaux moyens pour estimer la *DSENO*, la *DMENO* et le FI, différents gouvernements peuvent établir des niveaux différents de dose journalière tolérable.

LE FACTEUR D'INCERTITUDE

Le facteur d'incertitude (FI), connu aussi sous le nom de facteur de sécurité, est le reflet de l'incertitude reliée aux diverses données scientifiques utilisées pour estimer la DJT. Un facteur d'incertitude de 10 est utilisé lorsque les DJT sont basées sur des études épidémiologiques d'une exposition prolongée d'êtres humains en bonne santé ou lorsque l'on sait qu'aucun effet néfaste grave ne s'est produit. Ce facteur tient compte de la différence au niveau de la sensibilité des gens aux contaminants. Si la DJT n'est pas basée sur des études d'une exposition prolongée des êtres humains, ce FI de base (de 10) est multiplié par un autre 10 pour chacune des conditions suivantes qui peuvent s'appliquer :

- Lorsque les DJT sont basées sur des études expérimentales utilisant une exposition à long terme sur des animaux de laboratoire. Ce facteur explique l'incertitude qui prévaut lorsque l'on applique aux humains des données relatives aux animaux.
- Lorsque les DJT sont établies en fonction d'études scientifiques faites sur des animaux et dont les expositions aux contaminants se sont avérées plus courtes. Ce facteur explique l'incertitude en extrapolant à partir d'expositions à court terme vers des expositions à long terme.
- Lorsque les DJT sont basées sur une *DMENO* au lieu d'une *DSENO*. Ce facteur explique l'incertitude lors du calcul des *DSENO* à partir des *DMENO*.
- Un facteur d'incertitude supplémentaire (jusqu'à 10, et dans certains cas, plus de 10) peut être appliqué selon la gravité des effets néfastes pour la santé qui ont été observés.

Qu'appelle-t-on dose spécifique aux risques (DSR)?

Nous devons utiliser une approche différente de la dose journalière tolérable pour les contaminants dont les propriétés cancérogènes sont connues. Cela est dû au fait qu'il risque de ne pas y avoir de niveau d'exposition à ces contaminants ne présentant pas de dangers pour la santé. Dans ces cas, un «risque zéro» peut seulement être réalisé en éliminant toute exposition possible pour les êtres humains. Toutefois, cela est impossible dans le cas de nombreux contaminants tels que les cancérogènes qui se produisent naturellement et dont la présence peut être très répandue dans l'environnement. En conséquence, il est préférable de réduire l'exposition aux cancérogènes au niveau le plus bas possible, tout en reconnaissant qu'une exposition «zéro» (ou nulle) est impossible.

Pour de telles substances, l'on doit prendre une décision quant à l'importance du risque de cancer qui peut être acceptable, de façon à établir des niveaux de dose acceptables. Divers niveaux acceptables de risques sont actuellement utilisés dans le monde, compte tenu de circonstances précises. Ces niveaux varient souvent entre un décès supplémentaire par cancer par 10 000 personnes exposées (1×10^{-4}) au contaminant au cours d'une existence entière, jusqu'à un cas de décès supplémentaire par cancer par million de personnes exposées (1×10^{-6}).

Une fois qu'un niveau de risque acceptable (R) a été établi, il est divisé par un facteur (connu sous le nom d'indice de la pente : IP), déterminé à partir des résultats de laboratoire et des études épidémiologiques, pour obtenir une dose spécifique aux risques (DSR). La dose spécifique aux risques est la quantité de contaminant à laquelle les gens peuvent être exposés sur une base journalière, durant toute leur existence, et qui ne dépassera pas le niveau accepté de risque de cancer. Cette dose est généralement exprimée en milligrammes de produits chimiques par kilogramme de poids corporel par jour (mg/kg/jour).

$$\text{DSR} = \frac{\text{R}}{\text{IP}}$$

Exemple: Calculer la dose spécifique aux risques (DSR) d'un contaminant cancérigène connu. L'indice de la pente* (IP) pour ce contaminant est de $4,3 \times 10^{-3} \text{ (mg/kg/jour)}^{-1}$ et le niveau accepté de risque (R) est d'un décès supplémentaire par cancer par an par million de gens exposés (10^{-6}).

$$\begin{aligned} \text{DSR} &= \frac{1 \times 10^{-6}}{4.3 \times 10^{-3} \text{ (mg/kg/jour)}^{-1}} \\ &= 2.3 \times 10^{-4} \text{ mg/kg/jour} \end{aligned}$$

* Des indices de la pente (IP) peuvent être obtenus à partir des bases de données toxicologiques offertes en direct par des organismes tels Integrated Risk Information System (IRIS). On peut obtenir ces bases de données en s'adressant à «United States Environmental Protection Agency». Le registre IRIS contient des renseignements sur les règlements touchant plus de 400 produits chimiques et d'autres entrées sont ajoutées chaque année à la base de données. IRIS est offert en format disque pour utilisation sur micro-ordinateurs.

De quelle manière la DJE se compare-t-elle à la DJT ou à la DSR?

Une fois la DJE calculée pour un contaminant, elle est comparée à la DJT ou à la DSR, selon qu'il s'agit d'un produit non cancérigène ou d'un cancérigène. En règle générale, si la DJT ou la DSR est dépassée, l'exposition aux contaminants constitue un problème potentiel pour la santé. Dans certains cas, des renseignements médicaux ou toxicologiques supplémentaires peuvent indiquer que les expositions dépassant la DJT ou la DSR ne constituent pas un problème pour la santé. Dans d'autres cas, les expositions inférieures à la DJT ou à la DSR pourraient constituer une source de préoccupation pour la santé, en raison des interactions entre les produits chimiques ou parce que certains individus dans la population exposée sont plus sensibles. En conséquence, on devra tenir compte du fait que la DJT et la DSR sont des estimés d'expositions auxquels des effets néfastes ne devraient, en principe, pas se produire dans le cas de la majorité de la population. Elles ne décrivent pas un niveau auquel nous sommes absolument certains qu'aucun risque pour la santé ne se produira chez aucun individu. Les DJT et les DSR pour un certain nombre de contaminants environnementaux sont indiquées au TABLEAU 6.

COMPARAISON DE LA DJE À LA DJT OU À LA DSR

Non cancérigènes

- Si la DJE est bien en dessous de la DJT, elle indique que l'exposition à ce contaminant ne pose vraisemblablement pas de risque important à la santé des êtres humains.
- Au fur et à mesure que la DJE se rapproche du niveau de la DJT, les préoccupations concernant le risque pour la santé des êtres humains augmentent.
- Si la DJE est au-dessus de la DJT, c'est que l'exposition ou le risque potentiel pour la santé des gens peut être important. Des mesures s'imposent pour réduire l'exposition.

Cancérigènes

- Si la DJE est bien en dessous de la DSR, elle indique que le risque de cancer dû à l'exposition à ce contaminant est minime pour cette situation.
- Au fur et à mesure que la DJE se rapproche de la DSR, les préoccupations concernant le risque à la santé des êtres humains augmentent.
- Si la DJE est au-dessus de la DSR, c'est que l'exposition ou le risque potentiel pour la santé des gens peut être important. Des mesures s'imposent pour réduire l'exposition.