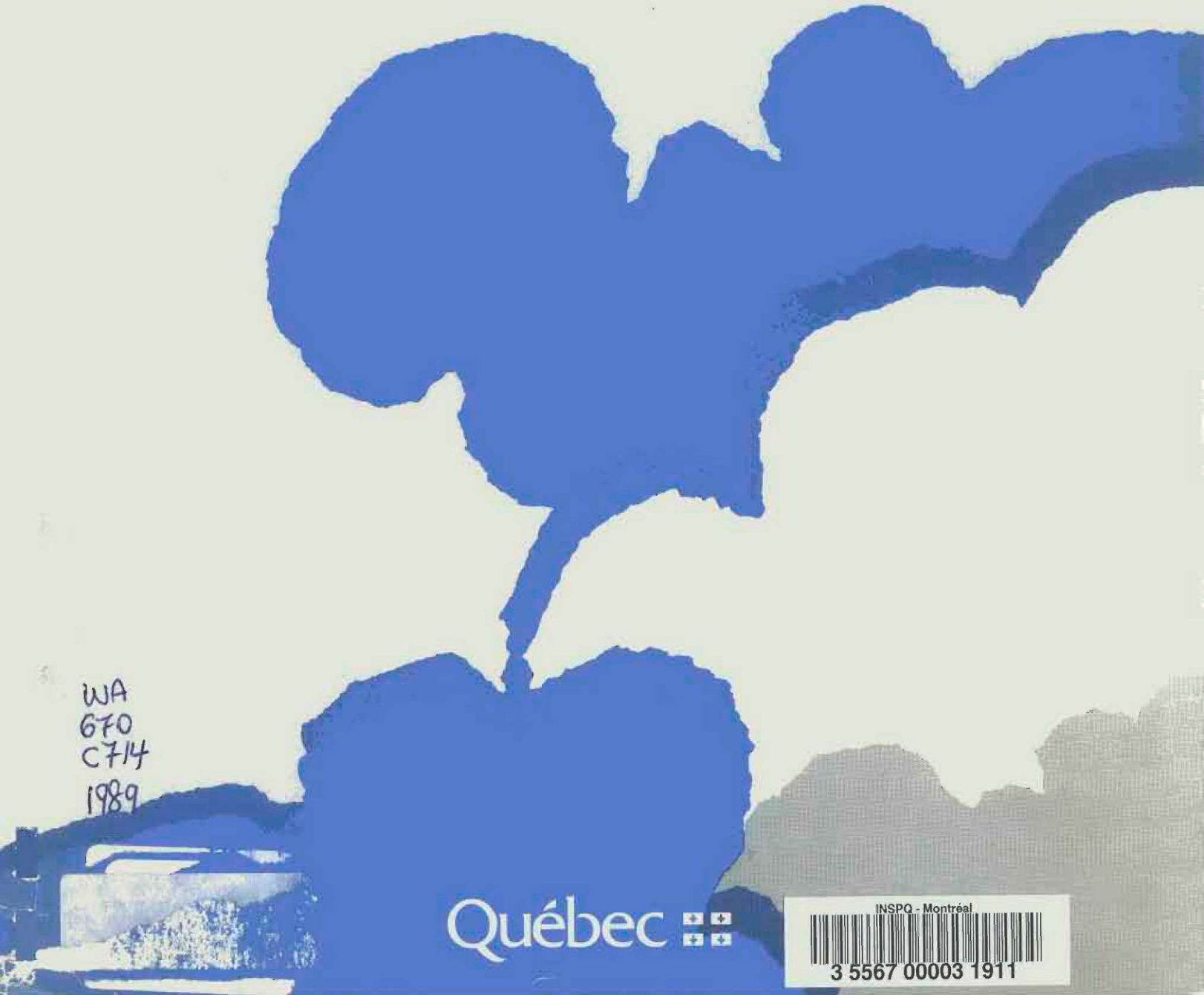
COLLOQUE DE FORMATION
EN SANTÉ ENVIRONNEMENTALE

QUÉBEC
les 15 et 16 novembre 1988

COMPTE-RENDU DU COLLOQUE



WA
670
C714
1989

Québec

INSPQ - Montréal
3 5567 00003 1911

COMPTE RENDU DU

COLLOQUE DE FORMATION EN SANTÉ ENVIRONNEMENTALE

Institut national de santé publique du Québec
4835, avenue Christophe-Colomb, bureau 200
Montréal (Québec) H2J 3G8
Tél.: (514) 597-0606

TENU LES 15 ET 16 NOVEMBRE 1988
A L'HOTEL LOEWS LE CONCORDE DE QUÉBEC

ORGANISÉ CONJOINTEMENT PAR

LE MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT
ET LE MINISTERE DE LA SANTÉ ET DES SERVICES SOCIAUX
DU QUÉBEC

MAI 1989

P
5481
Tome 2
EX. 2

ÉDITION DU COMPTE RENDU

ALBERT DAVELUY DIRECTION DE LA SANTÉ PUBLIQUE
MINISTERE DE LA SANTÉ ET DES SERVICES SOCIAUX

CLAUDE ARMAND SERVICE FORMATION-RÉSEAU
MINISTERE DE LA SANTÉ ET DES SERVICES SOCIAUX

LUCIE CORRIVEAU DIRECTION STRATÉGIES ET POLITIQUES
ENVIRONNEMENTALE
MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT

REMERCIEMENTS

NOUS REMERCIONS MADAME MAUD GIRARD, DU SERVICE FORMATION-RÉSEAU DU MSSS, POUR L'ORGANISATION DU COLLOQUE. NOUS REMERCIONS ÉGALEMENT MESDAMES LOUISE DORAIS ET RAYMONDE FONTAINE, DU MEME SERVICE, POUR L'EXCELLENT TRAVAIL DE SECRÉTARIAT.

Reproduction autorisée avec mention de la source:
Ministère de l'Environnement du Québec et ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec (1989). Compte rendu du Colloque-formation en santé environnementale Envirodoq 8902-40 ISBN 2-550-19817-4

Dépôt légal - 2e trimestre 1989
Bibliothèque nationale du Québec
Bibliothèque nationale du Canada
ISBN 2-550-19817-4 Envirodoq 890240

THEMES:

1. URGENCES EN SANTÉ ENVIRONNEMENTALE.

2. CONTAMINATION DE LA CHAINE ALIMENTAIRE.

3. POLLUTION DE L'AIR INTÉRIEUR

OBJECTIFS:

1. FAVORISER DES ÉCHANGES ENTRE LES INTERVENANT-E-S DES DOMAINES DE LA SANTÉ ET DE L'ENVIRONNEMENT.

2. FACILITER L'APPLICATION DU PROTOCOLE D'ENTENTE (AVRIL 87) ENTRE LE MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT ET LE MINISTERE DE LA SANTÉ ET DES SERVICES SOCIAUX.

3. DONNER DES ÉLÉMENTS DE FORMATION ET D'INFORMATION EN MATIERE DE SANTÉ ENVIRONNEMENTALE.

4. METTRE A JOUR LES CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES RELATIVES AUX THEMES CHOISIS.

COLLOQUE-FORMATION EN SANTÉ ENVIRONNEMENTALE

(Québec, les 15-16 novembre 1988)

LISTE DES TEXTES DES CONFÉRENCES

		Page
1.	Allocution d'ouverture - **Jean-Claude Deschênes** Sous-ministre de l'Environnement	14
2.	Protocole d'entente en santé environnementale entre le ministère de l'Environnement et le ministère de la Santé et des Services sociaux - **Clément Veilleux** Directeur des Stratégies et politiques environnementales Ministère de l'Environnement	32
3.	Protection civile: rôle et coordination des divers organismes responsables - **Pierre Brien** Coordonnateur et secrétaire du Groupe de planification fédéral-provincial, Protection civile Canada	45
4.	L'incendie de BPC de Saint-Basile-le-Grand - un cas de santé environnementale - **Claudette Journault** Environnement Québec - **Francine Lapierre** Environnement Canada - **Raymond Perrier** Environnement Québec	54
5.	Évaluation des risques à long terme pour la santé de la population, associés à la contamination découlant de l'incendie de l'entrepôt de BPC de Saint-Basile-le-Grand - **Gaétan Carrier** Département de santé communautaire Centre hospitalier Maisonneuve-Rosemont	85

Liste des textes des conférences (suite)

Page

6. Risques de type Bhopal au Canada 86

- **Wayne Bissett**
  Environnement Canada

7. L'état du dossier de la santé environnementale dans le réseau des départements de santé communautaire au Québec 87

- **Johanne Gélinas**
  Comité de santé environnementale
  Association des DSC
  DSC Hôpital général du Lakeshore

8. Urgences environnementales et santé publique: de la théorie à la pratique 93

Partie 1:

La place des professionnels et des organismes de santé lors d'une urgence environnementale

- **Pierre Lajoie**
  DSC du Centre hospitalier de l'Université Laval

Partie II:

L'incendie de Saint-Basile-le-Grand

- **Alain Poirier**
  DSC Hôpital Charles-LeMoyne

9. Les contaminants de l'alimentation - le cas des pesticides et des BPC 106

- **Jean-Claude Panisset**
  Université de Montréal

Liste des textes des conférences (suite)

Page

10. Contamination de l'eau potable par les micropolluants au Québec 110

- **Pierre Ayotte**
  Environnement Québec

11. Contamination du lait maternel humain: aspects épidémiologiques 112

- **Eric Dewailly**
  DSC du Centre hospitalier de l'Université Laval

12. Établissement de normes sur les contaminants: la fiction et la réalité 114

- **Albert Nantel**
  Directeur du Centre de toxicologie du Québec

13. La rationalisation des objectifs de rejet: le cas des toxiques 134

- **Isabelle Guay**
  Direction de la qualité du milieu aquatique
  Environnement Québec

14. Directives d'exposition concernant la qualité de l'air des résidences. Rapport du Comité consultatif fédéral-provincial sur l'environnement et l'hygiène du milieu 165

- **V.C. Armstrong**
  Santé et Bien-être social Canada

15. Champignons microscopiques de l'air intérieur 223

- **Eugène Baranowski**
  Santé et Bien-être social Canada

Liste des textes des conférences (suite)

Page

16. Signification de la présence de champignons dans l'air à l'intérieur des édifices. Rapport d'un groupe de travail 227

- **Groupe de travail sur les champignons dans l'air des maisons**
  Santé et Bien-être social Canada

17. Contamination chimique de l'air intérieur 245

- **Jean-Pierre Farant**
  Université McGill

18. Le radon domiciliaire: analyse des risques à la santé 246

- **S.M. Mohanna**
  Santé et Bien-être social Canada

19. Allocution de clôture 249

- **Réjean Cantin**
  Sous-ministre de la Santé et des Services sociaux

Textes supplémentaires (stands d'information)

	Page
20. Intervention portant sur l'utilisation sécuritaire des pesticides en agriculture - **Benoît Gingras** CLSC Lotbinière-ouest	263
21. Les pesticides... utiles, mais aussi toxiques - **CLSC Le Norois**	308
22. La contamination de la chaîne alimentaire: une solution existe - **Denis Bouchard** DSC Hôpital Sainte-Croix, Drummondville	310
23. L'expertise analytique en toxicologie industrielle et de l'environnement au Centre de toxicologie du Québec - **Jean-Philippe Weber** Centre de Toxicologie du Québec	232
24. Maladie de Parkinson et facteurs environnementaux - **Joseph Zayed** Université de Montréal	238

Comité aviseur scientifique

Dr Marc Dionne, co-président
Directeur de la Santé publique
Ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec

M. Clément Veilleux, co-président
Directeur des Stratégies et politiques environnementales
Ministère de l'Environnement du Québec

Dr Albert Nantel, directeur
Centre de Toxicologie du Québec

Dr Pierre Lajoie
DSC de l'Université Laval

Mme Johanne Gélinas
DSC du Lakeshore

Mme Lucie Corriveau
Ministère de l'Environnement du Québec

M. Michel Goulet
Ministère de l'Environnement du Québec

M. Albert Daveluy
Ministère de la Santé et des Services sociaux

Comité organisateur

Mme Louise Barrette
Chargée de projet
Direction des communications et de l'éducation
Ministère de l'Environnement du Québec

Mme Lucie Corriveau
Stratégies et politiques environnementales
Ministère de l'Environnement du Québec

Mme Maud Girard
Formation-réseau
Ministère de la Santé et des Services sociaux

M. Michel Goulet
Bureau de coordination de la recherche et du développement
Ministère de l'Environnement du Québec

M. Albert Daveluy
Direction de la santé publique
Ministère de la Santé et des Services sociaux

Animatrice/animateurs

M. P.-Réal L'Heureux
Directeur général de la Conservation
Ministère de l'Environnement du Québec

Mme Denise Laberge-Ferron
Sous-ministre adjointe
Prévention et services communautaires
Ministère de la Santé et des Services sociaux

M. Bertrand Têtreault
Sous-ministre adjoint aux opérations
Ministère de l'Environnement

M. Marc Dionne
Directeur de la santé publique
Ministère de la Santé et des Services sociaux

COLLOQUE-FORMATION EN SANTÉ ENVIRONNEMENTALE

(Québec, Hôtel Loews Le Concorde, les 15 et 16 novembre 1988)

Conférencières/conférenciers

Dr Lucien Abenhaim, professeur
Département d'épidémiologie et de biostatiques
Services sociaux
Université McGill
Purvis Hall, 1020 Pine Ave. west
Montréal (Québec)
H3A 1A2

Dr V.C. Armstrong, chef
Division des critères
Direction de l'hygiène du milieu
Santé et Bien-Etre Canada
Parc Tunney
Ottawa (Ontario)
K1A 0L2

M. Pierre Ayotte, biologiste
Direction des eaux souterraines et de consommation
Ministère de l'Environnement du Québec
3900 rue Marly
Ste-Foy (Québec)
G1X 4E4

Dr Eugène Baranowski
Division de la surveillance et des critères
Centre de l'hygiène du milieu
Santé et Bien-Etre Canada
Parc Tunney
Ottawa (Ontario)
K1A 0L2

Dr Wayne Bissett, chef
Division des industries chimiques
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3

M. Pierre Brien, directeur
Bureau de la Protection civile du Québec
1200 Route de l'Eglise (2e étage)
Ste-Foy (Québec)
G1V 4M1

Conférencières/conférenciers (suite p. 2)

M. Réjean Cantin
Sous-ministre
Ministère de la Santé et des Services sociaux
1075 Chemin Ste-Foy
Québec (Québec)
G1S 2M1

M. Gaétan Carrier
Responsable en santé environnementale
DSC Maisonneuve-Rosemont
5565 Sherbrooke est (suite 570)
Montréal (Québec)
H1N 1A2

M. Jean-Claude Deschênes
Sous-ministre
Ministère de l'Environnement du Québec
3900 rue Marly (6e étage)
Ste-Foy (Québec)
G1X 4E4

Dr Eric Dewailly
Epidémiologiste
Service Santé et Environnement
DSC Centre hospitalier de l'Université Laval
2050 boul. St-Cyrille ouest (1er étage)
Ste-Foy (Québec)
G1V 2K8

Dr Marc Dionne
Directeur
Direction de la Santé publique
Ministère de la Santé et des Services sociaux
1075 chemin Ste-Foy (7e étage)
Québec (Québec)
G1S 2M1

Dr Jean-Pierre Farant
Ecole de santé au travail
Université McGill
3450 rue Université (bureau 23)
Montréal (Québec)
H3A 2A7

Mme Johanne Gélinas
Agente de programmation en santé environnementale
DSC Centre hospitalier du Lakeshore
175 Stillview (suite 310)
Pointe-Claire (Québec)
H9R 4S3

Conférencières/conférenciers (suite p. 3)

M. Victor Goldbloom, président
Bureau d'audiences publiques sur l'environnement
12 rue Ste-Anne
Québec (Québec)
G1R 3X2

Mme Isabelle Guay
Direction de la qualité du milieu aquatique
Ministère de l'Environnement du Québec
3900 rue Marly (4e étage)
Ste-Foy (Québec)
G1X 4E4

Dr Pierre Lajoie, chef
Service Santé et Environnement
DSC Centre hospitalier de l'Université Laval
2050 boulevard St-Cyrille ouest (1er étage)
Ste-Foy (Québec)
G1V 2K8

M. S.M. Mohanna
Bureau de la Radioprotection et des instruments médicaux
Santé et Bien-Etre Canada
775 chemin Brookfield
Ottawa (Ontario)
K1A 1C1

Dr Albert Nantel, directeur
Centre de Toxicologie du Québec
1075 boulevard Laurier
Ste-Foy (Québec)
G1V 4G2

Dr Jean-Claude Panisset, directeur
Département de médecine du travail et d'hygiène du milieu
Faculté de médecine, Université de Montréal
2375 chemin de la Côte Ste-Catherine
Montréal (Québec)
H3T 1A8

Dr Alain Poirier
Médecin-conseil en santé environnementale
DSC Hôpital Charles-Lemoyne
25 boulevard Taschereau
Greenfield Park (Québec)
J4V 2G8

Conférencières/conférenciers (suite p. 4)

M. Clément Veilleux, directeur
Stratégies et politiques environnementales
Ministère de l'Environnement du Québec
3900 rue Marly
Ste-Foy (Québec)
G1X 4E4

Mme Claudette Journault
Direction des substances dangereuses
Ministère de l'Environnement du Québec
3900 rue Marly
Ste-Foy (Québec)
G1X 4E4

M. Raymond Perrier
Ministère de l'Environnement du Québec
3900 rue Marly
Ste-Foy (Québec)
G1X 4E4

ALLOCUTION D'OUVERTURE

DU

COLLOQUE-FORMATION EN SANTÉ ENVIRONNEMENTALE

15 et 16 novembre 1988

Hôtel Loews Le Concorde
Québec

Jean-Claude Deschênes
Sous-ministre
Ministère de l'Environnement

INTRODUCTION

Depuis le 1er Colloque-Formation en santé environnementale qui a eu lieu en 1986, le ministère de l'Environnement a accru ses connaissances sur l'état de notre environnement et précisé ses modalités d'intervention. D'ailleurs, je suppose, vu l'intérêt professionnel de vous tous ici présents, que vous avez pu prendre connaissance des documents de notre Ministère intitulés "Un nouveau cap environnemental et Bilan de l'environnement au Québec. Ces deux documents ont été imprimés et diffusés à plus de 10 000 exemplaires chacun. Nos efforts s'intègrent, et confirment pour le Québec, le bien-fondé des analyses et des orientations du rapport Brundtland.

A L'ECHELLE PLANETAIRE, LE RAPPORT BRUNDTLAND

Le rapport Brundtland est le rapport commandé par l'Organisation des Nations Unies en 1983 pour étudier les rapports entre l'environnement et le développement. Terminé et déposé à l'O.N.U. en 1987, il est considéré comme le document le plus important de la décennie sur l'avenir du monde. Il a identifié clairement les problèmes environnementaux les plus importants, problèmes qui menacent directement le développement de plusieurs pays et l'avenir de notre planète: croissance démographique excessive, déboisement et pâturage abusifs, destruction des forêts tropicales qui menace des centaines de milliers d'espèces, combustibles fossiles et déboisement qui causent l'effet de serre (dû au Co_2) risquant ainsi de perturber le climat de toute la planète, pluies acides qui menacent l'ensemble des écosystèmes aquatiques et forestiers, érosion de la couche d'ozone stratosphérique, etc..

Mais il y a une menace qui dépasse toutes les autres, c'est la possibilité que les habitants de notre communauté mondiale n'agissent pas de concert les uns avec les autres.

Nous cherchons surtout nos propres avantages personnels, régionaux et nationaux, avec peu d'égards pour les conséquences de nos actes sur d'autres personnes ou d'autres pays. Il est pourtant bien évident et de plus en plus démontré que sur cette terre, les agissements des uns affectent inévitablement les autres, tôt ou tard.

Néanmoins, les constatations du rapport ne comportent pas que des aspects négatifs. La meilleure preuve de notre capacité d'endurance et de survie, se trouve dans l'histoire contemporaine. Nous avons fait du progrès, nous sommes capables de développer de grandes stratégies et de les réaliser ensemble. Par exemple:

- pendant les 35 dernières années, l'espérance de vie dans notre communauté mondiale a augmenté de 30%;

- en 1970, seulement 13% des familles rurales du Tiers-Monde avaient accès à l'eau potable et aujourd'hui la proportion est de 44%;

- en 1970, un seul jeune sur 20 était immunisé, aujourd'hui quatre sur 10 le sont.

Toutefois, la pauvreté croissante et la poursuite bornée d'une prospérité à court terme et à tout prix, présentent de réelles menaces.

Le constat du rapport Brundtland sur les causes fondamentales des problèmes mondiaux est très lucide.

Les deux ennemis dans la lutte pour la survie dans notre communauté mondiale sont, et ceci vaut à tous les niveaux:

- un développement insuffisant dont la pauvreté est le symptôme;

- et un développement irresponsable dont la pollution est l'indicateur.

Développement insuffisant

La pauvreté en soi est cause d'agression contre l'environnement. Les plus démunis sont obligés d'exercer des pressions excessives sur l'environnement pour vivre au jour le jour et l'épuisement de l'environnement ne fait que les appauvrir davantage. Le cercle vicieux ainsi créé devient infernal et s'accélère de plus en plus. Le rapport Brundtland fait ressortir une dimension des faits qui démontre que le monde ne peut se permettre la pauvreté. En effet:

. dix millions de nos voisins meurent chaque année suite à des maladies transportées par l'eau;

. de 50 à 60% des fonds destinés aux soins pour la santé dans les pays en voie de développement sont utilisés pour les maladies causées par de l'eau impure.

Développement irresponsable

D'autre part, là où la croissance économique a permis d'améliorer le niveau de vie, les conséquences en sont souvent néfastes, à longue échéance et de façon diffuse et pernicieuse. Une grande part des améliorations économiques est due à une plus grande utilisation de matières premières, d'énergie, de produits chimiques et synthétiques. En effet:

- l'usage de combustibles fossiles a augmenté de 30 fois au cours de ce siècle et les 3/4 de cette augmentation ont eu lieu depuis la deuxième guerre mondiale;

- la production industrielle est 55 fois plus élevée qu'il y a un siècle et 80% de l'augmentation date de 1950.

Mais ces améliorations ont eu comme effet la création d'une pollution dont on ne tient pas compte suffisamment dans le calcul des coûts de production. Ces tendances ont des effets imprévus sur l'environnement. La croissance peut déséquilibrer la consommation et par la suite la disponibilité des ressources nécessaires à notre survie.

Développement durable

Toutefois, nous savons que nous devons nous développer pour survivre, mais le développement avec lequel nous pouvons vivre veut dire:

- un développement qui répond aux besoins du présent

et

- un développement qui ne dérobe pas aux générations futures leurs possibilités de survivre et de prospérer.

Le rapport Brundtland parle alors de "développement durable" et il déclare que la seule solution viable est l'utilisation soigneuse et attentive du développement durable et raisonné comme outil de sauvegarde de notre village global.

Concertation

De plus, il affirme que le pronostic définitif à la crise mondiale, c'est qu'aucun gouvernement, ni même aucun organisme à lui seul, ne peut résoudre les problèmes que nous devons tous envisager. Il recommande fortement à tous les pays d'accepter la concertation et de participer aux ententes internationales. Il déclare que le seul espoir du monde c'est d'apprendre à travailler ensemble.

Pour donner une idée des difficultés que comporte une concertation, citons quelques faits et données:

- il y a entre 70 000 et 80 000 produits chimiques sur le marché mondial, et donc quelque part dans notre environnement. A cela, ajoutons qu'il s'introduit chaque année de 1 000 à 2 000 nouveaux produits;

- or, nous n'avons de données sur les risques pour la santé et l'environnement que pour 10% des 65 000 substances les plus utilisées;

- pis encore, la production et la vente de plus de 500 produits chimiques ont été bannies en Occident mais plusieurs sont encore produits dans le Tiers-Monde ou y sont exportés. Sait-on par exemple qu'en 1986 dans le Tiers-Monde, 10 000 décès sont dûs aux pesticides?

- d'autre part, le monde a produit en 1984, entre 325 et 375 millions de tonnes de déchets toxiques. Qu'en advient-il?

A cet égard, une attitude de "deux poids, deux mesures" prévaut dans les rapports du monde industriel avec le Tiers-Monde. Ainsi, si les multinationales des Etats industrialisés avaient à répondre aux mêmes normes de pollution dans le Tiers-Monde qu'à celles requises chez-elles, leurs frais globaux auraient augmenté de 14 milliards de $, rien qu'en 1980. Cet estimé, d'ailleurs conservateur, ne comprend pas le coût de dommages causés à l'environnement, mais la seule "économie" obtenue par l'écart des normes environnementales.

C'est dire l'ampleur et la complexité des problèmes inhérents à la concertation. Au Québec, le programme de réduction des précipitations acides et la pollution du Saint-Laurent à partir des Grands-Lacs sont des illustrations concrètes des mêmes défis. Il en va de même chez-nous, sur les tiraillements pour définir les priorités d'action entre par exemple les secteurs industriels, agricoles et municipaux dans un même territoire ou sur un même cours d'eau.

AU QUEBEC, UN NOUVEAU CAP ENVIRONNEMENTAL

Au Québec comme à l'échelle planétaire, le plus grand défi qui s'impose est non seulement de réparer les dommages causés à l'environnement mais de les éviter, de maintenir l'équilibre écologique et de préserver les espèces et les écosystèmes.

C'est pour faire face à ce défi et dans une perspective de planification stratégique, qu'à l'automne 1987 le ministère de l'Environnement publiait "Un nouveau Cap environnemental", la nouvelle politique générale d'action environnementale qu'il propose à l'ensemble des intervenants socio-économiques et de la population du Québec.

Axée sur la conservation de l'environnement et visant en particulier l'intégration des préoccupations environnementales à la planification économique, la nouvelle politique a été éditée en octobre et elle rejoignait le rapport Brundtland et celui du Groupe de travail national sur l'environnement et l'économie rendu public lui aussi à l'automne 87, par le Conseil canadien des ministres des Ressources et de l'Environnement.

Un nouveau cap environnemental constitue l'énoncé de grandes orientations dans le domaine de l'environnement; il propose un virage dans les façons de voir et de faire en faveur de l'environnement, et notamment:

- une philosophie d'action qui définit la conservation comme un agent de progrès, la base indispensable à la qualité de vie et à un développement économique durable. Par conservation, on entend une attitude prévoyante et respectueuse à l'égard de l'environnement.

En des termes plus pratiques, cela signifie prévenir la pollution plutôt que de corriger, produire sans polluer, utiliser ou aménager les milieux naturels sans les perturber, en exploiter les ressources sans les gaspiller ou les épuiser ou encore, éviter de diffuser des substances toxiques dans l'environnement.

Concertation

Le rôle central que joue désormais la conservation dans l'action environnementale nécessite des modifications dans nos façons d'agir et de nous comporter.

Dans le but d'assurer le maintien et l'amélioration des conditions naturelles, de productivité des ressources, le ministère de l'Environnement met l'accent sur la collaboration avec les autres ministères ou organismes gouvernementaux qui gèrent des ressources naturelles importantes.

En ce qui concerne nos rapports, cette orientation est d'ailleurs en parfaite harmonie avec celle de madame Lavoie-Roux, ministre de la Santé et des Services sociaux. Celle-ci déclarait à la dernière conférence annuelle de l'Association canadienne de Santé publique:

> "L'enquête Santé-Québec met en évidence l'influence tant de l'environnement social que de l'environnement physique sur la présence de facteur de risque, la fréquence de même que les conséquences des problèmes de santé... La globalité des aspects couverts par cette enquête permet également de découvrir l'effet combiné et souvent multiplié des déterminants de la santé, que ce soit les habitudes de vie, les comportements préventifs ou l'environnement même physique."

Le ministère de l'Environnement recherche une véritable concertation; il vise en fait à ce que ceux qui sont à l'origine de problèmes environnementaux, ceux qui exercent des activités comportant des incidences sur les milieux, comme ceux qui se portent à la défense de l'environnement, soient partie prenante à l'identification et à la mise en oeuvre de solutions aux problèmes. Dans la préparation de politiques sectorielles, le Ministère prévoient donc de larges consultations. Ce fut le cas cette année pour plusieurs projets dont la Loi et la réglementation sur les pesticides, la politique de recherche et de développement en environnement, la politique de gestion ou d'élimination de la neige usée, la politique de gestion intégrée des déchets domestiques et la politique de réduction des rejets industriels.

C'est dans cet esprit de meilleure concertation que le MENVIQ et le MSSS ont conclu leur protocole d'entente. Cette étroite collaboration s'impose puisque la santé est un critère majeur de priorité des actions environnementales.

LA SANTE, PREOCCUPATION CONSTANTE ET PRIORITE D'ACTION AU MINISTERE

Face à l'ampleur, à la diversité et à l'acuité des défis environnementaux, il est important de privilégier certains axes d'action en fonction de la gravité des problèmes environnementaux et au ministère de l'Environnement des critères de base servent à faire un choix prioritaire des actions à poser. Il s'agit, dans l'ordre, de la santé humaine, de la santé des écosystèmes, de la qualité du milieu de vie et de la protection des biens.

En effet, en terme de priorité, il apparaît justifiable d'accorder plus de poids aux problèmes environnementaux qui comportent des effets directs sur la santé humaine, qu'aux problèmes qui touchent la perception de la qualité du milieu de vie ou les biens matériels.

En fonction de ces critères de base, deux objectifs apparaissent essentiels:

- maintenir la diversité, la productivité et la pérennité des écosystèmes;

- diminuer l'exposition des personnes et des espèces aux substances toxiques.

En outre, l'ensemble des champs d'action que s'est fixé le Ministère, lui permet d'avancer dans le sens de ses priorités et de ses objectifs.

La contribution qu'apportent les interventions du Ministère à l'amélioration de la santé de la population ne sont pas toujours mis en évidence. C'est pourquoi il est important de souligner que la quasi-totalité des champs d'action du Ministère comporte des interventions qui contribuent à prévenir et à diminuer les effets des polluants sur la santé de la population.

C'est le cas, notamment pour les champs d'action suivants:

- la réduction coordonnée et le traitement des rejets industriels;

- le contrôle de l'usage des pesticides;

- la restauration des lieux d'élimination de déchets dangereux;

- la lutte aux précipitations acides;

- le contrôle de la qualité des eaux de consommation et de baignade;

- l'épuration des eaux usées domestiques;

- le contrôle de la qualité de l'air ambiant et l'évaluation environnementale des projets majeurs.

En plus, la contribution que le Ministère apporte à l'amélioration de la santé des québécois s'inscrit dans le cadre de l'une des orientations générales de la Commission Rochon qui est de favoriser le développement de stratégies et d'actions intersectorielles.

LA COMMISSION ROCHON

C'est en février 1988, que la Commission Rochon publiait son rapport qui se veut une analyse des grands phénomènes sociaux qui ont métamorphosé le Québec au cours des dernières décennies, une revue des principaux problèmes de santé et de bien-être, un examen des réponses qu'a apporté le système à ces problèmes depuis 15 ans et une présentation des orientations et des solutions porteuses d'avenir pour le maintien, l'amélioration et le développement de ce système.

La Commission est profondément convaincue que les améliorations à apporter au système devront s'effectuer par la concertation, avec la collaboration de toutes les personnes et de tous les groupes.

Plus précisément, à partir du bilan de l'état de santé des québécois qu'elle a dressé, la Commission a identifié dix problèmes de santé qui devraient principalement faire l'objet de politiques et de programmes de prévention au cours des prochaines années. Les risques pour la santé rattachés à l'environnement font partie de ces problèmes de santé et la Commission considère que tous les constituants de la société ont une part de responsabilité dans le contrôle de ces risques et que l'action intersectorielle sera dorénavant une nécessité. Il faudra chercher l'origine des problèmes de santé et des problèmes sociaux aussi bien dans l'environnement que dans les habitudes de vie.

Pour la Commission, l'intersectorialité ne doit pas rester qu'un voeu pieux. Bien sûr, l'intersectorialité réclame des changements majeurs dans la manière de traiter les problèmes, dans le choix des principes d'action ainsi que dans les modes de fonctionnement et même de financement.

Mais une des conditions de base à l'intersectorialité est la relation de confiance entre les partenaires. Elle doit permettre à chacun d'y trouver son compte. Ainsi, il est clair que le MENVIQ a la responsabilité de l'environnement tout comme le MSSS a la responsabilité de la santé et des services sociaux. Le MSSS étant légitimement responsable de la santé publique, il a la responsabilité de préciser les situations où la santé est affectée par l'environnement alors que le MENVIQ doit se demander comment les décisions qu'il prend dans son secteur peuvent influencer la santé. Et les deux instances sont appelées à s'entraider.

IMPORTANCE DE RENFORCER LA CONCERTATION ENTRE LES DEUX MINISTERES

Dans l'esprit de l'entente qui existe entre les deux ministères, il importe d'identifier nos priorités d'action commune, en tenant compte des problèmes énoncés dans le nouveau cap environnemental, de même qu'en fonction des services que l'on peut rendre à la population.

Qui dit priorité, dit choix. Qui dit choix, dit aussi sacrifice, discipline et entente pour respecter les choix faits. En cela, il y a plusieurs défis. Le grand nombre d'intervenants, leur relative indépendance, les structures différentes, la pression du "publish or perish", le

vedettariat, les divergences d'opinions et d'intérêts tant sur les questions de fond que sur les stratégies d'action, constituent autant d'embûches à la confiance, à la collaboration et à la concertation. Néanmoins, rien ne saura remettre en question l'impératif de la concertation entre santé et environnement car ils sont comme l'amont et l'aval d'un même cours d'eau.

Actuellement, dans le cadre du protocole d'entente, certains dossiers sont menés conjointement comme, par exemple, la rédaction d'une politique sur les déchets biomédicaux, la problématique du radon dans les habitations et le programme de surveillance des eaux de baignade. Voilà quelques activités menées de concertation entre les deux ministères. De plus, un processus de consultation a existé ou est prévu pour plusieurs dossiers dont le bilan sur l'état de la qualité de l'eau potable, la révision du règlement sur l'eau potable et celui sur la qualité de l'atmosphère, la classification des pesticides, etc.

Autre signe d'évolution et de meilleure compréhension des défis environnementaux, nous avons récemment décidé au ministère de l'Environnement de mettre sur pied deux nouvelles équipes de travail: un groupe d'analyse de risques au sein de la direction de l'évaluation environnementale et une unité d'écotoxicologie au sein de la direction des laboratoires. Voilà deux innovations significatives pour l'environnement et d'un intérêt certain pour le milieu de la santé.

Au niveau des régions, plusieurs directions ont procédé à l'élaboration d'une programmation d'activités conjointes pour l'année 87-88 avec les DSC de leur territoire.

Quoique plusieurs de ces activités ne se situent encore qu'au niveau de l'échange d'information, certaines d'entre elles méritent d'être soulignées. C'est notamment le cas des tournées conjointes de sensibilisation à la qualité de l'eau potable et d'une étude exploratoire des effets des HPA sur la santé de la population dans le Saguenay.

Par ailleurs, il est important de mieux définir les responsabilités respectives et les liens de collaboration qui devraient exister entre chacun de nous, puisque la liste des activités conjointes régionales laisse entrevoir dans certains cas, une mauvaise perception des rôles respectifs.

Comme on a pu le constater, le protocole couvre de nombreuses interventions où la collaboration est de rigueur. Celle-ci doit se préciser et devenir un réflexe naturel. C'est un but vers lequel nous devons tendre. Pour l'atteindre, il faut développer une relation de confiance entre les organisations et les individus. Misons sur le long terme et agissons maintenant.

D'ailleurs, le tenue même du présent colloque, la qualité de sa programmation et l'importance des participants est à la fois symbole et gage de collaboration.

PROTOCOLE D'ENTENTE EN SANTÉ ENVIRONNEMENTALE ENTRE LE MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET LE MINISTÈRE DE LA SANTÉ

CLÉMENT VEILLEUX
DIRECTEUR DES STRATÉGIES ET
POLITIQUES ENVIRONNEMENTALES

DIRECTION DES STRATÉGIES ET
POLITIQUES ENVIRONNEMENTALES

En avril 1987, le MENVIQ et le MSSS signaient un protocole d'entente visant à préciser les modalités de collaboration qui devraient exister entre les deux ministères.

Les 2 ministères ont convenu de l'importance d'améliorer la collaboration susceptible de mener à bonne fin l'atteinte d'un objectif commun: la protection de la santé publique et le bien-être des individus.

L'entente vise à préciser les sujets prioritaires de collaboration ainsi que les objets, les niveaux de collaboration et les mécanismes qui assureront cette collaboration.

En janvier de chaque année, il y aura détermination par le MENVIQ et le MSSS d'un programme annuel d'activités.

Au niveau régional, les organismes de santé et les Directions régionales du MENVIQ se concerteront pour établir leur programme annuel d'activités portant sur les problèmes spécifiques à leur région. Certaines de ces activités seront, par la suite, intégrées au programme central d'activités.

La constitution d'un comité consultatif composé de représentants du MSSS, de son réseau et du MENVIQ a été réalisé en février 88. Ce comité avisera les sous-ministres sur toutes questions relatives à l'entente et à son exécution.

ENTENTE ENTRE

LE MINISTERE DE LA SANTE ET DES SERVICES SOCIAUX

ET

LE MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT

RELATIVE AUX INTERACTIONS ENTRE

LA SANTE ET L'ENVIRONNEMENT

AVRIL 1987

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION

1- Champs de collaboration

2- Signataires de l'entente

3- Description des responsabilités

4- Objets, mécanismes de collaboration et niveau d'intervention

5- Sujets de collaboration

6- Consultation sur les politiques, la législation, la réglementation

7- Echange d'information: principes généraux

8- Programme annuel des activités

9- Comité consultatif

10- Révision de l'entente

11- Autres collaborations

ANNEXE: Sujets de collaboration

INTRODUCTION

Reconnaissant que l'exposition humaine aux divers contaminants rejetés dans l'environnement risque d'affecter la santé et le bien-être de la population, le ministère de la Santé et des Services sociaux et le ministère de l'Environnement conviennent de l'importance d'améliorer la collaboration susceptible de mener à bonne fin l'atteinte de l'objectif commun, nommément: la protection de la santé publique et le bien-être des individus.

La présente entente vise à préciser les sujets prioritaires de collaboration ainsi que les objets, les niveaux de collaboration et les mécanismes qui assureront cette collaboration.

1- CHAMPS DE COLLABORATION

La présente entente concerne tous les éléments de l'environnement-santé (eau, air, sol, les personnes et autres organismes vivants) et leurs interactions.

2- SIGNATAIRES DE L'ENTENTE

La présente entente est faite entre le ministère de l'Environnement (MENVIQ) et le ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS).

3- DESCRIPTION DES RESPONSABILITES

De par leurs responsabilités, il est précisé par la présente entente qu'en matière de santé environnementale:

- le ministère de la Santé et des Services sociaux voit à l'amélioration de l'état de santé des individus et du niveau de santé de la population et prend les mesures requises pour assurer la protection de la santé publique. Ce rôle implique qu'il participe à l'élaboration des programmes d'assainissement du milieu physique dans lequel vit la population à laquelle ces programmes sont destinés. La Direction de la Prévention et de la protection de la santé publique du ministère de la Santé et des Services sociaux (M.S.S.S.), en collaboration avec les centres hospitaliers - départements de santé communautaire (C.H.-D.S.C.) et les centres locaux de services communautaires (C.L.S.C.), le Centre de toxicologie du Québec (C.T.Q.), le Laboratoire de santé publique du Québec (L.S.P.Q.) est désignée à ces fins;

- le ministère de l'Environnement est mandaté pour s'occuper de la qualité du milieu de vie de façon à assurer la santé, le bien-être et l'épanouissement des êtres humains et des autres organismes vivants essentiels à l'équilibre écologique. Outre la connaissance de l'état de l'environnement, ce rôle comprend des actions d'évaluation, de prévention et de correction des problèmes de pollution et de dégradation susceptibles d'affecter la santé humaine.

Ainsi la réalisation de ces mandats requiert des activités qui appellent, selon le niveau d'intervention, une contribution différente des organismes impliqués.

L'hygiène du milieu (premier niveau d'intervention) regroupant l'assainissement du milieu, l'inventaire des sources de pollution, le monitoring environnemental et d'autres activités de même nature relève du ministère de l'Environnement. Le ministère de la Santé et des Services sociaux avec les organismes désignés collaborent au niveau de l'identification des éléments environnementaux susceptibles d'entraîner des risques pour la santé et l'établissement de normes pour qu'elles soient, entre autres objectifs, sécuritaires pour la santé humaine.

La surveillance de l'état de santé de la population (second niveau d'intervention), notamment par la réalisation d'études épidémiologiques et la surveillance médico-environnementale, relève du ministère de la Santé et des Services sociaux et des organismes désignés. Le ministère de l'Environnement collabore au niveau des données relatives à la présence de contaminants dans le milieu (eau, air, sol, poissons).

Le contrôle des épidémies et des intoxications humaines (intervention de niveau tertiaire) relève du ministère de la Santé et de son réseau avec la collaboration du ministère de l'Environnement quant au contrôle des causes d'origine environnementale pouvant être responsables de ces épidémies et intoxications.

4- OBJETS, MECANISMES ET NIVEAUX DE COLLABORATION

Les objets de la collaboration peuvent concerner:

- la définition ou la détermination des éléments, des substances, des problèmes
- les normes et objectifs
- l'évaluation de cas et l'intervention sur le terrain
- la connaissance (données, études)
- la recherche

Les mécanismes qui peuvent être utilisés selon les cas sont:

- l'information (transfert de données, de rapports, d'études)
- la consultation (demande d'avis)
- la concertation (obligation de trouver un terrain d'entente)

Les niveaux de collaboration peuvent être:

- le niveau central (MSSS et MENVIQ)
- le niveau sous-régional (D.S.C., C.L.S.C.) et le niveau régional (Direction régionale du MENVIQ)

5- SUJETS DE COLLABORATION

Dans un premier temps, les organismes concernés conviennent d'une collaboration sur les questions suivantes dont le détail se trouve en annexe:

- l'eau de consommation
- les eaux de baignade
- les déchets dangereux (industriels et bio-médicaux)
- la qualité de l'air extérieur et intérieur
- l'utilisation des pesticides
- les études de répercussions environnementales
- les urgences environnementales

6- CONSULTATION SUR LES POLITIQUES, LA LEGISLATION, LA REGLEMENTATION

Les parties conviennent de se consulter lorsqu'un document d'orientation de l'un des ministères affectera ou risquera d'affecter les responsabilités de l'autre ministère. Sont visés les projets de politique, de législation, de réglementation, de directive, de guide, de programme d'actions.

7- ECHANGE D'INFORMATION: PRINCIPES GENERAUX

Les informations que conviennent de s'échanger les parties seront traitées conformément aux principes généraux suivants:

- une reconnaissance de la source des données, études, rapports lors de l'utilisation
- une consultation sur l'interprétation des données avant leur diffusion
- une entente sur leur diffusion

8- PROGRAMME ANNUEL DES ACTIVITES

En janvier de chaque année, le ministère de l'Environnement et le ministère de la Santé et des Services sociaux détermineront

un programme annuel des activités reliées à la santé environnementale à entreprendre ou poursuivre dans l'année budgétaire subséquente. Ce programme sera transmis aux niveaux régional et sous-régional.

Au niveau régional, les organismes de santé et la Direction régionale du MENVIQ se concerteront pour établir un programme annuel de travail portant sur les problèmes spécifiques à leur région. Ce programme sera transmis au MSSS et MENVIQ qui, après analyse, intègreront ce qui sera retenu, dans le programme annuel des activités à entreprendre ou à poursuivre dans l'année.

En cours d'année, toute proposition d'action urgente non prévue au programme annuel et qui implique des ressources non disponibles sera évalué par un comité ad hoc formé de représentants des deux ministères. Si la proposition est retenue, les modalités d'exécution en seront établies.

9- COMITÉ CONSULTATIF

Les signataires de l'entente conviennent de constituer un comité consultatif composé de représentants du M.S.S.S., de son réseau et du MENVIQ pour aviser les sous-ministres sur toutes questions relatives à l'entente et à son exécution.

10- REVISION DE L'ENTENTE

L'entente peut être révisée en tout temps par accord des parties.

11- AUTRES COLLABORATIONS

Rien dans la présente entente ne constitue une entrave à toute collaboration souhaitable sur des sujets autres que ceux retenus à l'article 5.

SIGNÉ LE 87/04/21

Réjean Cantin
Sous-ministre
Ministère de la Santé et des
Services sociaux

Jean-Claude Deschênes
Sous-ministre
Ministère de l'Environnement
du Québec

ANNEXE

Détail de la collaboration prévue sur les sujets retenus à l'article 5 de l'entente

1- EAU DE CONSOMMATION

OBJETS	TYPE DE MÉCANISME	NIVEAU DE COLLABORATION
Choix des contaminants à contrôler et détermination des normes	Consultation par MENVIQ	Central
Programme provincial de surveillance de l'eau potable	Concertation sur les nouveaux paramètres Pour le reste: information par MENVIQ	Central
Données sur la qualité de l'eau de consommation		
- concernant une région	Information par MENVIQ	Régional et sous-régional
- concernant la province	Information par MENVIQ	Central
Données médicales, toxicologiques, épidémiologiques reliées à l'eau de consommation		
- concernant une région	Information par MSSS	Régional et sous-régional
- concernant la province	Information par MSSS	Central
Appréciation des cas problèmes impliquant un danger à la santé humaine	Concertation et si danger reconnu, le MSSS et le MENVIQ en seront informés	Régional et sous-régional
Intervention sur les cas problèmes	Information par MENVIQ et consultation, si nécessaire	Régional et sous-régional
Recherches	Concertation sur programme annuel	Central

2- DÉCHETS DANGEREUX (industriels et bio-médicaux)

a) Déchets dangereux d'origine industrielle

OBJETS	TYPE DE MÉCANISME	NIVEAU DE COLLABORATION
Liste des substances potentiellement dangereuses à la santé humaine	Consultation par MENVIQ	Central
Normes acceptables des substances dangereuses en relation avec la santé humaine	Consultation par MENVIQ	Central

Identification des sites d'enfouissement dangereux	Information par MENVIQ	Central
Appréciation des cas problèmes impliquant un danger à la santé humaine	Concertation	Central, régional et sous-régional
Intervention sur les cas problèmes	Information par MENVIQ et consultation, si nécessaire	Régional, sous-régional et central
Données épidémiologiques toxicologiques et médicales reliées aux déchets dangereux	Information par MSSS	Régional et sous-régional
Recherches	Concertation sur le programme annuel	Central

b) Déchets bio-médicaux

OBJETS	TYPE DE MÉCANISME	NIVEAU DE COLLABORATION
a) À l'intérieur des établissements		
Guide d'identification des problèmes possibles et des solutions	Concertation	Central
Évaluation des problèmes à chaque établissement et programme de correction	Information par MSSS	Régional et sous-régional
b) À l'extérieur des établissements		
Exigences relatives à l'entreposage (contenants), au transport et à l'élimination	Information par MENVIQ	Central

3- EAUX DE BAIGNADE (plages publiques)

OBJETS	TYPE DE MÉCANISME	NIVEAU DE COLLABORATION
Choix des paramètres de contrôle qualitatif et détermination des normes	Consultation par MENVIQ	Central
Programme provincial de surveillance des plages publiques	Consultation par MENVIQ	Central
Données sur la qualité des eaux des plages publiques	Information par MENVIQ	Régional et sous-régional
Données épidémiologiques et médicales reliées aux eaux de baignade	Information par MSSS	Régional et sous-régional

4- QUALITÉ DE L'AIR EXTÉRIEUR ET INTÉRIEUR

a) Air extérieur (atmosphérique)

OBJETS	TYPE DE MÉCANISME	NIVEAU DE COLLABORATION
Choix des paramètres de contrôle qualitatif et détermination des normes	Consultation par MENVIQ	Central
Connaissance (données, études) sur les contaminants		
- concernant une région	Information par MENVIQ	Régional et sous-régional
- concernant la province	Information par MENVIQ	Central
Connaissance (données médicales, toxicologiques et épidémiologiques) reliée à la pollution de l'air		
- concernant une région	Information par MSSS	Régional et sous-régional
- concernant la province	Information par MSSS	Central
Appréciation des cas problèmes impliquant un danger à la santé humaine	Concertation	Régional, sous-régional et central
Intervention sur les cas problèmes	Information par MENVIQ et consultation, si nécessaire	Régional sous-régional et central
Recherches	Concertation sur le programme annuel	Central

b) Air à l'intérieur des habitations sauf les milieux de travail

OBJETS	TYPE DE MÉCANISME	NIVEAU DE COLLABORATION
Connaissance (données médicales, toxicologiques et épidémiologiques)	Information par MSSS	Régional et sous-régional
Détermination des objectifs de qualité	Concertation	Central
Guide de bonnes pratiques à suivre par les citoyens et citoyennes	Concertation	Central

5- UTILISATION DES PESTICIDES

OBJETS	TYPE DE MÉCANISME	NIVEAU DE COLLABORATION
Choix des pesticides à contrôler et classification en terme de danger à la santé humaine	Consultation par MENVIQ	Central

Détermination de normes pour protéger la santé publique	Consultation par MENVIQ	Central
Données relatives à la pollution de l'environnement	Information par MENVIQ	Central
Données médicales, toxicologiques, épidémiologiques, reliées aux pesticides	Information par MSSS	Régional sous-régional et central
Données sur la vente et l'utilisation des pesticides	Information par MENVIQ	Central
Appréciation des cas problèmes impliquant un danger à la santé humaine	Concertation et si danger reconnu, le MSSS et le MENVIQ en seront informés	Régional et sous-régional
Intervention sur les cas problèmes	Information par MENVIQ et consultation, si nécessaire	Régional et sous-régional
Développement et mise à jour de cours de formation	Consultation par MENVIQ (et participation du MSSS)	Central
Recherches	Concertation sur programme annuel	Central

6- ÉTUDES DE RÉPERCUSSIONS ENVIRONNEMENTALES

OBJETS	TYPE DE MÉCANISME	NIVEAU DE COLLABORATION
Certains projets assujettis au Règlement sur l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement: paragraphes m, q, r, s et t de l'article 2	Consultation par MENVIQ sur la directive et sur l'acceptabilité environnementale du projet	Central
Projets industriels nécessitant une étude des répercussions environnementales	Consultation par MENVIQ sur le guide de référence et sur l'acceptabilité environnementale du projet	Central

7- URGENCES ENVIRONNEMENTALES (impliquant un danger à la santé humaine)

OBJETS	TYPE DE MÉCANISME	NIVEAU DE COLLABORATION
Évaluation de cas	Consultation réciproque	Régional et sous-régional ou central, selon les cas

Interventions		
- questions d'environnement	Information par MENVIQ	Régional et sous-régional
- questions de santé humaine	Information par MSSS	Régional et sous-régional

COLLOQUE-FORMATION EN SANTÉ ENVIRONNEMENTALE

Protocole d'entente en santé environnementale entre le ministère de l'Environnement et le ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec.

(Mardi le 15 novembre 1988, à 9h15)

Marc Dionne, m.d., m.p.h.
Directeur
Direction de la santé publique
Ministère de la Santé et des Services sociaux

Résumé

Les principaux dossiers traités par la Direction de la santé publique, en collaboration avec le ministère de l'Environnement, dans le cadre des thèmes du présent colloque, seront discutés en mettant en lumière les aspects touchant l'application du protocole d'entente en santé environnementale entre nos ministères respectifs, signé en avril 1987. Les questions suivantes seront notamment abordées:

a) **Urgences en santé environnementale**

- Dossier de l'incendie de Saint-Basile-le-Grand

b) **Contamination de la chaîne alimentaire**

- Contamination du poisson par des substances toxiques
- L'eau potable
- Le cadmium
- Le plomb

c) **Pollution de l'air intérieur**

- Le radon domiciliaire

Ces dossiers serviront d'exemples pour illustrer les problèmes rencontrés, en termes de ressources disponibles, de planification stratégique ou de coordination. Enfin, des avenues de solution, mettant un accent particulier sur la recherche et le développement, seront discutées.

SOMMAIRE
DE LA PRESENTATION DE PIERRE BRIEN
CONSEILLER-CADRE AU BUREAU DE LA
PROTECTION CIVILE DU QUEBEC
ET
COORDONNATEUR ET SECRETAIRE
DU GROUPE DE PLANIFICATION FEDERAL/PROVINCIAL
A PROTECTION CIVLE CANADA

AU COLLOQUE DE FORMATION
EN SANTE ENVIRONNEMENTAL
LE MARDI 15 NOVEMBRE 1988
A 1000 HEURES

LA PREMIERE PORTERA SUR LA COOPERATION INTERNATIONALE FACE AUX DESASTRES NATURELS ET TECHNOLOGIQUES. TOUT D'ABORD, QU'ENTENDONS-NOUS PAR PROTECTION CIVILE ET PAR CATASTROPHE?

LA PREVENTION EST UN ENSEMBLE DE MESURES QUI VISENT A EMPECHER LES PHENOMENES NATURELS DE CAUSER DES CATASTROPHES. LES MESURES PEUVENT ETRE DES ANALYSES DE RISQUES (NATURELS ET TECHNOLOGIQUES), DES LEGISLATIONS SUR L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE (MRC - SCHEMA D'AMENAGEMENT)... QUANT AUX OBSERVATIONS METEOROLOGIQUES, SEISMIQUES OU AUTRES QUI DONNENT L'ALERTE, C'EST DE LA PREVISION.

LA PREPARATION POUR SA PART ENGLOBE LES MESURES PLANIFIEES (PLANS D'URGENCES ET PLANS D'OPERATIONS) ET EXERCEES (COURS ET SIMULATION) EN VUE DE L'INTERVENTION DES ORGANISATIONS DE SECOURS ET DES MOYENS: FORMATION DES SPECIALISTES, ACQUISITION ET CONNAISSANCE DE MOYENS ET LA PLANIFICATION. CECI CONSISTE A PREVOIR, A FORMER, ET A ENVISAGER TOUTES LES DISPOSITIONS A PRENDRE Y COMPRIS LES MESURES DE RETABLISSEMENT.

LES MESURES DE RETABLISSEMENT IMPLIQUENT LE SAUVETAGE, LA REMISE EN ETAT, AINSI QUE LA REDUCTION DES PERTES.

LA PROTECTION CIVILE EST UNE GARANTIE EN VUE DE LA SECURITE DES PERSONNES ET DES BIENS.

IL FAUT PREPARER LA POPULATION A FAIRE FACE AUX MENACES DES RISQUES NATURELS ET TECHNOLOGIQUES, A INTERVENIR, A ATTENUER LES EFFETS, ET A RECONSTRUIRE SANS OUBLIER L'OBSERVATION DES NORMES DE SECURITE ET LE RESPECT DES MESURES, AFIN D'EVITER UN SINISTRE.

EVITONS LE PIRE EN ORGANISANT MIEUX

LA PREVENTION

LA PREPARATION

L'INTERVENTION

LE RETABLISSEMENT

L'O.I.P.C. DEFINIT LA CATASTROPHE:

LA DEFINITION CLASSIQUE DE LA CATASTROPHIE (UN "RENVERSEMENT" DESTRUCTEUR ET BRUTAL DE L'ORDRE PREETABLI D'UN ENSEMBLE NATUREL ET HUMAIN PROVOQUANT, AVEC UNE SOUDAINETE PLUS OU MOINS GRANDE, NON SEULEMENT DES DEGATS DE MATERIEL IMMENSES, MAIS ENCORE UNE MASSE DE BLESSES) PERMET D'ECARTER TOUTE AMBIGUITE, QUANT AU ROLE DE LA PROTECTION CIVILE. CELLE-CI OPERE AVANT, ET APRES UNE CATASTROPHE DE TOUT GENRE ET DE TOUTE ENVERGURE, QUE CE SOIT (CONFLITS ARMES, CALAMITES NATURELLES, ACCIDENTS TECHNOLOGIQUES). DESTINEE A PROTEGER LA POPULATION CIVILE ET A SAUVEGARDER SES BIENS, ELLE DOIT ETRE ORGANISEE A CET EFFET EN ETANT DOTEE D'UNE LOI QUI ASSURE SA LEGITIMITE, SES FONCTIONS, ET SES COMPETENCES, D'UN ORGANIGRAMME PRECIS INDIQUANT LES SERVICES NECESSAIRES AUX MULTIPLES TACHES QUI LUI SONT DEVOLUES, DES CADRES QUALIFIES, D'UN PERSONNEL INSTRUIT ET ENTRAINE ET, ENFIN, D'UN EQUIPEMENT PERFORMANT ET BIEN ADAPTE. ELLE PEUT AUSSI FAIRE APPEL A DES VOLONTAIRES, CE QUI A L'AVANTAGE DE LA RAPPROCHER DE LA POPULATION.

AFIN D'ORGANISER CETTE PROTECTION CIVILE, LE BUREAU DE LA PROTECTION CIVILE DU QUEBEC A ELABORE UN MODELE DE PROTECTION CIVILE DECENTRALISE DU TOUS LES INTERVENANTS. A PARTIR DU CITOYEN JUSQU'AU GOUVERNEMENT, ASSUMENT PLEINEMENT LEURS RESPONSABILITES AFIN D'ASSURER UNE PROTECTION ADEQUATE DES PERONNES ET DES BIENS.

DES RAPPELS HISTORIQUES DE CATASTROPHES PERMETTRONT, DE MIEUX SITUER LE SCENARIO DES RISQUES ENCOURUS, DES PROBLEMATIQUES, DE LA GESTION DE CRISE, ET DES RECOURS A DES RESSOURCES EXTERIEURES VOIRE INTERNATIONALES. LES ORGANISATIONS INTERNATIONALES SIGNALES SONT: L'ORGANIZATION INTERNATIONALE DE PROTECTION CIVILE, L'O.E.C.D., L'U.N.E.P., LE BUREAU DU COORDONNATEUR DES NATIONS-UNIES POUR LES SECOURS EN CAS DE CATASTROPHES (UNDRO) ET L'O.T.A.N. IL NE FAUT PAS OUBLIER LES ACTEURS NON GOUVERNEMENTAUX EN MISSION INTERNATIONALE, TELS LES UNIVERSITES, LES CENTRES DE RECHERCHE, ET LES EXPERTS DE RENOMMEE INTERNATIONALES.

EN DEUXIEME PARTIE, NOUS VERRONS QUE LES DEUX LOIS RECEMMENT ADOPTEES CONFERONT A PROTECTION CIVILE CANADA UN ROLE DE PREMIER PLAN DANS L'ELABORATION DE DIVERS PROGRAMMES NATIONAUX, DANS LA COORDINATION ET LA CONCENTRATION DES MINISTERES ET ORGANISMES FEDERAUX, DANS LES PROJETS CONJOINTS MENES AVEC LES PROVINCES (JEPP), ET L'ASSISTANCE FINANCIERE SUITE AUX DESASTRES.

UNE TROISIEME PARTIE NOUS AMENERA A EXAMINER LES POINTS DE CONVERGENCE ET DE DIVERGENCE DES ORGANISATIONS PROVINCIALES DE PROTECTION CIVILE.

LES ORGANISATIONS PROVINCIALES DE PROTECTION CIVILE SONT CONNUES SOUS DES DESIGNATIONS DIFFERENTES:

ALBERTA SAFETY SERVICES
BUREAU DE LA PROTECTION CIVILE DU QUEBEC
BRITISH COLUMBIA PROVINCIAL EMERGENCY PROGRAM
NORTHWEST TERRITORIES EMERGENCY SERVICES
ONTARIO EMERGENCY PLANNING

MAIS, LA MAJORITE SONT CONNUES SOUS EMERGENCY MEASURES ORGANIZATIONS.

LES PREMIERES ORGANISATIONS REMONTENT A 30 ANS AVEC LE SPECTRE DE LA GUERRE NUCLEAIRE. TOUTEFOIS, LES BESOINS DE PROTECTION ONT EVOLUES, ET LES SINISTRES DE TEMPS DE PAIX REPRESENTENT UNE PREOCCUPATION IMPORTANTE. QUANT A LEUR MISSION, CES ORGANISATIONS DOIVENT TOUTES CONSEILLER LES MINISTERES ET ORGANISMES GOUVERNEMENTAUX, LES CORPORATIONS MUNICIPALES, ET LE SECTEUR PRIVE, SUR LA PREVENTION DES SINISTRES ET SUR LES MESURES D'URGENCE, LES ASSISTER EN CAS DE SINISTRE, ET DE PORTER SECOURS A TOUTE PERSONNE DONT LA VIE EST EN PERIL.

EN VUE DE CELA, LES ACTIVITES SE CONCENTRENT SUR LES INVENTAIRES DE RESSOURCES, LA PREPARATION DE PLANS DE PROTECTION CIVILE, L'INFORMATION A LA POPULATION, L'ORGANISATION DE COURS DE FORMATION ET LA CONDUITE D'EXERCISES, LE RECRUTEMENT ET L'ORGANISATION DE BENEVOLES.

DANS LES VARIABLES, CERTAINES SONT DIRECTEMENT RESPONSABLES DU TRANSPORT DES MATIERES DANGEREUSES (ALBERTA),

ILE-DU-PRINCE-EDOUARD), DES PROGRAMMES D'ASSISTANCE FINANCIERE (QUEBEC, ALBERTA...), DES PROGRAMMES DE SANTE RELATIFS AUX DESASTRES (ALBERTA)...

CES ORGANISATIONS RELEVENT DE DIFFERENTS MINISTERES: AFFAIRES MUNICIPALES, SOLLICITEUR-GENERAL, ENVIRONNEMENT, APPROVISIONNEMENT ET SERVICES, TRANSPORT ET COMMUNICATIONS, AFFAIRES GOUVERNEMENTALES. LEURS POINTS DE RALLIEMENT QUI ASSURENT UN ECHANGE, UN TRANFERT DE CONNAISSANCES ET D'EXPERIENCES SONT: LE CONSEIL INTERPROVINCIAL SUR LES MESURES D'URGENCES, LA CONFERENCE FEDERALE-PROVINCIALE ANNUELLE, LES COURS ET COLLOQUES AU CENTRE FEDERAL DE FORMATION...

LA, DOIT S'ARRETER CETTE APPROCHE GLOBALE ET COMPARATIVE POUR TRAITER DU BUREAU DE LA PROTECTION CIVILE DU QUEBEC.

LA QUATRIEME PARTIE COMMENCE PAR UNE REFERENCE AU MODELE FONCTIONNEL DE PROTECTION CIVILE UTILISE PAR LE BUREAU DE LA PROTECTION CIVILE DU QUEBEC.

LE MANDAT DU BUREAU TEL QU'INDIQUE, EST LE SUIVANT.

DE PAR LA LOI, LE BUREAU EST CHARGE D'ELABORER ET DE PROPOSER AU GOUVERNEMENT, UNE POLITIQUE DE PREVENTION DES SINISTRES ET DE MESURES D'URGENCE A PRENDRE EN CAS DE SINISTRE, DE METTRE EN OEUVRE CETTE POLITIQUE, ET D'EN COORDONNER L'EXECUTION. PAR SINISTRE, IL FAUT ENTENDRE UN EVENEMENT GRAVE, REEL OU

ATTENDU PROCHAINEMENT, CAUSE PAR UN INCENDIE, UN ACCIDENT, UNE EXPLOSION, UN PHENOMENE NATUREL OU UNE DEFAILLANCE TECHNIQUE, DECOULANT D'UNE INTERVENTION HUMAINE OU NON, QUI, PAR SON AMPLEUR, CAUSE, OU EST SUSCEPTIBLE DE CAUSER LA MORT DE PERSONNES, UNE ATTEINTE A LEUR SECURITE OU A LEUR INTEGRITE PHYSIQUE OU DES DOMMAGES ETENDUS AUX BIENS.

LE BUREAU DOIT AUSSI, EN COLLABORATION AVEC LES MINISTERES DU GOUVERNEMENT, SES ORGANISMES, LES CORPORATIONS MUNICIPALES ET TOUTE AUTRE PERSONNE, PREPARER DES PLANS LOCAUX, REGIONAUX ET NATIONALS QUI PREVOIRONT LES MOYENS DE PREVENTION DES SINISTRES, AINSI QUE LES MOYENS D'INTERVENTION LORS D'UN SINISTRE, POUR PRESERVER LA VIE DES PERSONNES, LEUR PORTER SECOURS, SAUVEGARDER DES BIENS OU POUR ATTENUER LES EFFETS DU SINISTRE OU REMEDIER A DES PERTES. LE BUREAU A EGALEMENT POUR FONCTION DE FOURNIR SON ASSITANCE LORS D'UN SINISTRE ET D'ADMINISTRER, LE CAS ECHEANT, LES PROGRAMMES D'AIDE FINANCIERE AUX SINISTRES.
DE PLUS, LE BUREAU, MEME EN L'ABSENCE D'UN SINISTRE OU D'UN DECRET D'ETAT D'URGENCE, PEUT PORTER SECOURS A TOUT PERSONNE DONT LA VIE EST EN PERIL EN LUI APPORTANT L'AIDE PHYSIQUE NECESSAIRE ET IMMEDIATE QUE LES CIRCONSTANCES JUSTIFIENT.

EN OUTRE, LA LOI AUTORISE LE GOUVERNEMENT POUR UNE PERIODE QU'IL INDIQUE, MAIS QUI NE PEUT EXCEDER 30 JOURS, A DECRETER L'ETAT D'URGENCE EN CAS DE SINISTRE DANS L'ENSEMBLE OU DANS

UNE PARTIE DU TERRITOIRE DU QUEBEC, ET ELLE PREVOIT EGALEMENT LE DEPOT D'UN TEL DECRET A L'ASSEMBLEE NATIONALE. LA LOI CONFIE EGALEMENT CE POUVOIR AU MINISTRE DES APPROVISIONNEMENT ET SERVICES, MAIS POUR UNE PERIODE D'AU PLUS DEUX JOURS.

LA LOI MENTIONNE AUSSI CERTAINS EFFETS QUI RESULTENT DU DECRET D'ETAT D'URGENCE, TELS LES POUVOIRS D'INTERVENTION DU MINISTRE OU DU DIRECTEUR GENERAL DU BUREAU, LES IMMUNITES ACCORDEES AUX PERSONNES QUI PARTICIPENT A UN PROGRAMME DE PREVENTION DES SINISTRES ET DE MESURES D'URGENCE OU QUI APPORTENT LEUR AIDE ET CONCOURS LORS D'UN SINISTRE, AINSI QUE LA MANIERE DE METTRE FIN A UN TEL ETAT.

LA LOI ETABLIT UN FONDS DE SECOURS AUX PERSONNES SINISTREES, CHARGE DE RECUEILLIR LES DONS DU PUBLIC ET DE LES DISTRIBUER AUX PERSONNES QUI SUBISSENT, SOIT QU QUEBEC, SOIT AILLEURS, UN PREJUDICE EN RAISON D'UN SINISTRE.

POUR L'ACCOMPLISSEMENT DE SES FONCTIONS, LE BUREAU EFFECTUE DES ENQUETES ET DES ETUDES SUR LES RISQUES DE SINISTRES ET SUR LES MOYENS DE LES PREVENIR EN INVENTORIANT, DANS CHAQUE CAS, LES MESURES D'URGENCE A PRENDRE ET LES RESSOURCES DISPONIBLES.

EN PLUS DE VEILLER AU RECRUTEMENT DES PERSONNES POUVANT ASSISTER BENEVOLEMENT LA POPULATION EN CAS DE SINISTRE, LE BUREAU ELABORE ET ORGANISE DES COURS DE FORMATION EN MATIERE

DE MESURES D'URGENCE OU APPROUVE CEUX QUI SONT DISPENSES PAR LES ORGANISMES GOUVERNEMENTAUX ET LES MUNICIPALITES.

ENFIN, L'INFORMATION DE LA POPULATION SUR LES MESURES D'URGENCE A PRENDRE LORS D'UN SINISTRE, ET SUR LES PROGRAMMES D'ASSISTANCE FINANCIERE, FAIT EGALEMENT PARTIE DES ACTIVITES DU BUREAU.

CERTAINES REALISATIONS DU BUREAU SERONT SIGNALEES AVEC UNE INSISTANCE SUR LE COMITE PROVINCIALE DE PROTECTION CIVILE ET SES TRAVAUX.

3IÈME COLLOQUE - FORMATION

SANTÉ ENVIRONNEMENTALE

L'INCENDIE DE BPC
DE SAINT-BASILE-LE-GRAND
UN CAS DE SANTÉ ENVIRONNEMENTALE

UNE PRÉSENTATION DE

CLAUDETTE JOURNAULT, B.SC.	ENVIRONNEMENT QUÉBEC
FRANCINE LAPERRIÈRE, ING., M.SC.	ENVIRONNEMENT CANADA
RAYMOND PERRIER, M.SC.	ENVIRONNEMENT QUÉBEC

15 NOVEMBRE 1988

"Je vous donne sept lettres. Ce sont sept lettres de la Bible. Reconstituez-moi la Bible avec ça".

A. de St-Exupéry
"Pilote de Guerre"

MARDI, 15 NOVEMBRE 1988, À 13:30 HEURES

L'INCENDIE DE BPC DE SAINT-BASILE-LE-GRAND

UN CAS DE SANTÉ ENVIRONNEMENTALE

MME CLAUDETTE JOURNAULT, B.SC. Environnement Québec

MME FRANCINE LAPERRIÈRE, ING., M.SC. Environnement Canada

M. RAYMOND PERRIER, M.SC. Environnement Québec

SOMMAIRE

L'entreposage de BPC à Saint-Basile-le-Grand débute en 1978. Lors de l'incendie du 23 août 1988, l'entrepôt contient, selon les registres, environ 23 000 gallons d'askarel.

L'accident écologique est l'occasion d'un déploiement exceptionnel de mesures d'urgence.

- 3 800 personnes évacuées (pendant 18 jours)
- 366 échantillons eau-air-sol frottis analysés
- 400 échantillons de fruits, légumes, produits de la ferme analysés
- 2 500 maisons et propriétés nettoyées
- 3 500 acres de produits de la ferme confisqués et détruits
- 5 600 examens médicaux préventifs.

La restauration du site de l'incendie va coûter plus de 6,5 millions de dollars. L'élimination de l'ensemble des BPC n'est pas incluse dans cet estimé pas plus que ne sont connus, à l'heure actuelle, l'endroit éventuel et le procédé d'élimination des déchets toxiques.

L'INCENDIE DE BPC DE SAINT-BASILE-LE-GRAND

UN CAS DE SANTÉ ENVIRONNEMENTALE

MME CLAUDETTE JOURNAULT, B.SC. ENVIRONNEMENT QUÉBEC
MME FRANCINE LAPERRIÈRE, ING., M.SC. ENVIRONNEMENT CANADA
M. RAYMOND PERRIER, M.SC. ENVIRONNEMENT QUÉBEC

INTRODUCTION

En 1881, on réussit, en laboratoire, pour la première fois, la synthèse des BPC. Un demi siècle plus tard (1929), les BPC sont introduits dans le monde industriel où ils obtiennent un succès phénoménal grâce à leurs exceptionnelles qualités: stabilité chimique, résistants à la combustion, grande capacité d'échange de chaleur, super isolants électriques, etc. La grande vogue des BPC va durer quelque cinquante ans (1929-1977); cinquante ans de vie utile, paisible, discrète et en apparence inoffensive. Mais sur le plan environnemental: quel gâchis!

Non pas que les BPC soient la redoutable substance toxique que les journaux brandissent comme un épouvantail! Non! La tolérance de l'homme aux BPC est très élevée! Les BPC ont une toxicité aiguë relativement faible! Mais c'est une substance dangereuse parce que persistante dans l'environnement, peu dégradable, qui s'accumule dans les tissus gras des êtres vivants, des poissons, des mammifères, qui se transmet aux nourissons par le lait maternel et qui présente des risques de causer des mutations génétiques, des malformations congénitales, des problèmes de croissance.

Face à ces dangers que la science n'a pas encore fini de cerner, les gouvernements des États-Unis et du Canada, interdisent la fabrication des BPC en 1977, puis en restreignent l'usage et l'importation.

C'est à partir de cette date qu'on voit apparaître en Amérique du Nord de petites compagnies proposant aux industries, à des coûts souvent attrayants, parfois faramineux, de les débarrasser complètement de leurs BPC devenus problèmes. Proposition osée puisqu'aucun moyen d'élimination n'est véritablement disponible.

L'ENTREPÔT DE BPC DE SAINT-BASILE-LE-GRAND

C'est dans ce contexte que naît l'entrepôt de BPC de Saint-Basile. Présenté d'abord en août 1978 comme un centre de traitement de résidus chimiques, le projet ambitieux de monsieur Paul Allain, évolue rapidement vers l'établissement, plus modeste, d'un centre d'entreposage de BPC. Le traitement et l'élimination sont remis à plus tard.

Le 15 août 1979, un premier certificat d'autorisation est émis à la Cie SOTERC Inc. pour un tel établissement d'une capacité de 1 000 gallons. Le 10 octobre 1979, un nouveau certificat d'autorisation porte cette capacité à 5 000 gallons et le 13 mai 1980, à 20 000 gallons.

En avril 1981, la Cie SOTERC est achetée par la Cie # 1845-0858 de monsieur Marc Lévy. Une demande d'augmentation de la capacité d'entreposage jusqu'à 40 000 gallons est refusée par Environnement Québec.

En août 1988, au moment de l'incendie, l'entrepôt contient, selon les registres, quelque 22 400 gallons d'askarels dans des barils de 45 gallons. Une quantité indéterminée d'huiles isolantes et de résidus contaminés par des BPC est également entreposée dans d'autres barils, ou encore dans des condensateurs et transformateurs mis au rancart intégralement.

L'INCENDIE ET LES ACTIONS INITIALES

L'incendie éclate le mardi soir, 23 août 1988, vers 20:45 heures.

Il est bon de se rappeler que le principal danger lors d'un incendie de BPC n'est pas dans les BPC eux-mêmes mais dans les sous-produits de combustion.

La combustion des BPC peut générer des dioxines qui sont des millions de fois plus toxiques que les BPC. En présence de chlorobenzène ou d'autres organochlorés, ils produisent la dangereuse 2.3,7,8, TCDD la plus toxique des 75 dioxines (isomères et congénères). La combustion incomplète des BPC produit surtout des furannes.

C'est pourquoi, dès le début, alors que les postes de radio et de télévision diffusent en direct les diverses péripéties de la progression du feu, les environnementalistes et toxicologues pensent à mettre immédiatement à l'abri la population des environs. Ceux qui vivent en aval du foyer d'incendie dans la zone de diffusion du panache sont plus immédiatement menacés par les émanations de fumées, gaz, suies et goutelettes contaminées. Les vents soufflent du sud-est; on évacue donc en priorité les populations de St-Basile-Nord, Ste-Julie-les-Hauts-Bois et St-Bruno-Trinité. Opération délicate rapidement réalisée grâce à une collaboration remarquable des corps policiers locaux et de la Sûreté du Québec.

Environ 3 800 personnes quittent leur domicile pour une salle d'école, un gymnase ou un hôtel. Ils demeureront 18 jours à l'extérieur de leur foyer!

Les pompiers de Saint-Basile sont immédiatement alertés et prennent charge du site de l'incendie. Les services d'urgence d'Environnement Canada et d'Environnement Québec sont rapidement sur place pour porter assistance aux pompiers et pour aviser sur les mesures préventives à prendre.

Il faut rendre hommage au courage et à la tenacité des pompiers de St-Basile et des municipalités environnantes qui tentent de maîtriser l'incendie avec des équipements conventionnels (lances à incendie, canaux à eau) alors que les murs métalliques de l'entrepôt empêchent l'eau d'atteindre le foyer principal d'incendie.

La chaleur dégagée par l'incendie est trop forte pour permettre à quiconque de s'approcher et de pratiquer une brèche importante dans le toit ou les murs de l'entrepôt. Cette brèche, elle est créée par une explosion qui ouvre le toit. Par la suite, le travail des lances à incendie et des canons à eau permet de refroidir suffisamment le brasier pour favoriser l'entrée en action des pompiers de la Défense nationale, de la base des Forces canadiennes de Saint-Hubert. Ces derniers réussissent à étouffer les flammes en utilisant 25 000 litres de mousse anti-incendie à la suite d'un travail acharné de trois (3) heures.

On se rendra compte dans les jours suivants qu'un nombre limité de barils de BPC a explosé et brûlé... moins de 10% du contenu de l'entrepôt. Grâce au travail remarquable des divers corps de pompiers, une catastrophe aux dimensions dix fois plus importantes a été évitée.

Dès les premières heures de l'incendie, le Service de l'Environnement atmosphérique du Canada fournit des observations météorologiques spéciales, des prévisions et des simulations de la dispersion des gaz.

Une équipe spécialisée du Centre de Technologie environnementale (Environnement Canada, Ottawa) arrive sur les lieux à 5:00 heures le 24 août pour assister le ministère de l'Environnement du Québec dans l'échantillonnage de l'air, de l'eau et du sol.

Une première station d'échantillonnage d'air est installée par Environnement Canada en face du site de l'entrepôt pour mesurer la concentration de BPC, dioxines et furannes dans l'atmosphère. Une première série d'échantillons de sol et d'eau est prise au site de l'entrepôt et en face de celui-ci pour déterminer le plus rapidement possible le degré de contamination auquel les travailleurs sont exposés.

Même pendant l'incendie, Environnement Québec procède aux premières mesures de sécurité environnementale: protection des eaux de surface et des eaux souterraines, confinement des eaux d'arrosage sur le site de l'entrepôt et surveillance de la qualité de l'eau potable du Lac du Moulin.

À la demande d'Environnement Canada, l'équipe du laboratoire mobile (TAGA 3000) (Trace Atmospheric Gas Analyser) du ministère de l'Environnement de l'Ontario procède dès le 27 au dépistage des BPC dans les rues et les maisons des quartiers susceptibles de contamination.

SANTÉ

Le ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec dispense les services de santé publique et de soins du début de l'incendie jusqu'au jeudi soir, le 25. On diffuse l'information aux travailleurs et à la population sur les risques que présente l'événement et sur les moyens de se protéger. Le Centre de Toxicologie du Québec et les Départements de santé communautaire de St-Hyacinthe et de Charles Lemoyne et le CLSC de la Vallée des Patriotes sont mis à contribution. Ils participent aux évaluations toxicologiques de la gravité de cet accident environnemental et amènent les autorités à retarder la réintégration de la population évacuée jusqu'à ce qu'on dispose des données environnementales suffisantes pour établir hors de tout doute les conditions sécuritaires de réintégration. Ils offrent enfin de façon systématique les services d'évaluation médicale à toutes les personnes de la zone influencée par l'incendie. Environ 5 600 examens médicaux sont réalisés et un suivi médical et épidémiologique se poursuit sur près de 450 travailleurs plus directement exposés aux émanations causées par le feu.

AGRICULTURE

Le ministère de l'Agriculture, des Pêches et de l'Alimentation du Québec procède à l'évaluation de la contamination potentielle des aliments et du bétail sur une vaste superficie de terres potentiellement affectées. Au total, 472 échantillons de lait, de produits végétaux, de divers aliments, de sang et de sols sont recueillis et analysés. Un embargo est mis sur la commercialisation des produits de 4 700 acres de terre en raison de leur contamination potentielle. Les résultats finals des analyses permettent de relever de l'embargo une partie de ce territoire et de le restreindre à 3 500 acres.

RÔLE DES INTERVENANTS

Le poste de commandement dirigé par la Sûreté du Québec a comme mandat de: voir au maintien du périmètre évacué (14 Km^2) et à la sécurité publique, coordonner les ressources financières et matérielles avec l'aide de la Protection civile du Québec et du Canada, coordonner les interactions des différents intervenants (Ministères, Organismes gouvernementaux et Municipalités) et coordonner la diffusion de l'information à la population, aux sinistrés, à la Presse, etc.

Voici les différents ministères, organismes et municipalités impliqués dans l'intervention d'urgence à St-Basile et le rôle que chacun y a joué:

Intervenants	Rôle
1. Municipalités de St-Basile " de St-Bruno " de Ste-Julie	. Représentation des citoyens aux diverses réunions du Comité coordination où des actions prises sont discutées..
2. Protection civile du Québec	. Coordination des ressources financières et matérielles des Ministères et Organismes provinciaux impliqués. . Établissement de centres d'information à l'intention du public affecté.
3. Protection civile du Canada	. Coordination des ressources financières et matérielles des Ministères et Organismes fédéraux impliqués.
4. Ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec	. Centre spécial de services sociaux mis sur pied pour les prochains six (6) mois.
5. Santé et Bien-Être Canada	. Support à Santé et Services sociaux du Québec.
6. Ministère de l'Agriculture du Québec	. Coordination de l'échantillonnage des terres agricoles et de l'inspection des marchés de vente des produits de la région.
7. Agriculture Canada	. Support à Agriculture Québec pour l'inspection.
8. Ministère de l'Environnement du Québec (MENVIQ)	. Caractérisation environnementale de la zone sous influence. . Coordination des travaux de prévention au site de l'incendie (confinement, décontamination, démantèlement, mesures d'atténuation).

TABLEAU (SUITE)

Intervenants	Rôle
	. Coordination de l'échantillonnage de suivi: eau, air, sol, faune, végétation.
	. Centre de communication aux médias.
	. Application des mesures environnementales préconisées par le Comité d'experts internationaux lors de la réintégration des citoyens.
	. Restauration complète du site de l'incendie.
9. Environnement Canada	. Support au Menviq pour la coordination de l'échantillonnage durant l'événement (compilation, distribution des échantillons vers 8 labos au Canada, analyse et contrôle de qualité des labos).
	. Support au MENVIQ pour les prévisions météorologiques locales (station météo installée à St-Basile) durant l'événement.
	. Support au MLCP par le Service canadien de la faune pour l'échantillonnage de la faune afin de déterminer l'impact de l'incident.
	. Support au MENVIQ pour la vulgarisation scientifique dans les centres d'hébergement.
	. Centre de communication aux médias.

TABLEAU (SUITE)

Intervenants	Rôle
	. Enquête en vertu de la Loi canadienne sur la protection de l'environnement (LCPE).
10. Ministère de l'Environnement de l'Ontario	. Support au MENVIQ pour la détection de BPC dans l'air ambiant avec le laboratoire mobile TAGA 3000.
11. New York State Department of Environmental Conservation	. Support au MENVIQ pour la détection de contaminants dans l'air ambiant avec le laboratoire mobile TAGA 6 000.
12. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec (MLCP)	- Coordination de l'échantillonnage de la flore et la faune pour connaître l'impact de l'incident.
13. Ministère de la Défense nationale du Canada	. Support pour combattre l'incendie et pour acheminer efficacement les échantillons vers les laboratoires de River Road (Ottawa) et des Eaux intérieures (Burlington).
14. Communications Canada	. Support logistique pour assurer des communications adéquates entre les centres d'opération.
15. Comité d'experts internationaux 6 délégués étrangers de l'Organisation mondiale de la Santé 6 Canadiens et 2 Américains	. Interprétations des résultats d'analyse (eau, air, sol).

Il n'est pas facile de persuader 3 800 personnes du bien fondé de leur évacuation une fois l'incendie éteint. Lorsque cette évacuation se prolonge pendant 18 jours, il devient encore plus difficile de convaincre les gens qu'il est tout à fait sécuritaire de retourner chez eux.

C'est pourquoi, un Comité d'experts internationaux est appelé à scruter toutes les données environnementales de CARACTÉRISATION disponibles, les analyses de risques des experts québécois, et à les interpréter pour établir les conditions d'une réintégration sécuritaire.

LA CARACTÉRISATION ENVIRONNEMENTALE

La caractérisation environnementale a été réalisée grâce à la collaboration soutenue d'Environnement Canada. Environnement Québec a également pu compter sur la précieuse collaboration de plusieurs scientifiques des différents organismes précédemment cités qui ont travaillé dans les laboratoires répartis sur l'ensemble du territoire canadien. C'est grâce à la synergie de quelques centaines de scientifiques et techniciens qu'il a été possible d'établir le portrait de la situation environnementale dans la zone d'influence. Voici donc les points saillants de cette étude.

LE PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE

Un plan d'échantillonnage est élaboré en fonction de la direction du panache de fumée lors de l'incendie et en tenant compte des usages du milieu. Le plan couvre cinq zones principales dont Saint-Basile-le-Grand, Domaine des Haut-Bois, Sainte-Julie, Saint-Bruno et Boucherville (Figure 1).

Des échantillons sont ainsi prélevés sur les composantes environnementales suivantes: l'air, l'eau de surface, l'eau souterraine, les frottis extérieurs et intérieurs des résidences de même que des échantillons de sol.

Étant donné la quantité importante d'échantillons générés lors de la campagne de prélèvement et la complexité des analyses (on sait par exemple qu'une analyse de dioxine et furanne prend de 3 à 5 jours), une dizaine de laboratoires répartis à travers le Canada sont mis à contribution pour donner le plus rapidement possible l'image de la situation.

L'INTERPRÉTATION

Quatre réalités sous-tendent la grille de base de l'interprétation des données recueillies.

1° La toxicité relative des BPC, dioxines et furanes.

La combustion incomplète des BPC génère habituellement des furannes chlorés. La combustion de matières organiques en présence de composés aromatiques halogénés peut aussi générer des dioxines. Or ces substances présentent des toxicités très différentes dépendamment des isomères en présence. L'isomère le plus toxique et le plus craint est sans contredit le 2,3,7,8-tétrachlorodibenzodioxine (2,3,7,8-T_4CDD). C'est en comparaison avec la toxicité de cet isomère que la toxicité relative des autres isomères a été établie.

La table de conversion en équivalent toxique utilisée est celle de U.S.E.P.A. (Tableau I).

2° L'existence d'un bruit de fond.

Après 100 ans d'activités industrielles intenses sur l'ensemble du globe, il est illusoire de croire qu'il existe encore des milieux protégés qui seraient exempts de toute contamination. Rappelons seulement que des traces de BPC ont été retrouvées dans les glaces du Pôle Nord et qu'il existe des quantités notables de BPC dans les échantillons de sol prélevés dans les milieux urbains et péri-urbains de l'Amérique du Nord.

Cette "contamination" de fond, le bruit de fond, résulte de sources diverses; les hepta et octachlorodibenzodioxines sont associées à ce bruit de fond. Il fallait donc en tenir compte lors de l'interprétation.

3° L'utilisation des critères de qualité du milieu.

Pour évaluer la qualité du milieu et les niveaux de contamination, les critères en usage en Amérique du Nord ont été utilisés (voir Tableau II).

En ce qui concerne les critères de frottis, ce sont des critères d'exposition en milieu industriel. Or on utilise généralement des critères 100 fois plus sécuritaires pour les milieux résidentiels. Pour tenir compte de ce fait nous avons considéré que les isomères en présence, dans les congénères autres que les tétra, étaient tous des isomères comportant des chlores aux positions 2,3,7,8 ce qui introduit un facteur de sécurité de l'ordre de 50 à 100. Dans le cas des tétra les isomères 2,3,7,8 étaient mesurés.

4° La détermination de la tendance générale de la contamination:

En date du 6 septembre, c'est-à-dire 3 jours avant la prise de décision, le ministère de l'Environnement disposait de 533 résultats d'analyse, ce qui représente environ 70 % des résultats attendus. (Tableau III). Ce qui était largement suffisant pour tirer des conclusions.

La zone à l'étude

Pendant la période où l'incendie a sévi, les vents soufflaient de l'est-sud-est avec des vitesses de l'ordre de 15 à 22 km/h. Le ciel s'est ennuagé en soirée et était couvert pendant la nuit. Un premier modèle de dispersion a été établi en prenant comme hypothèse que le contenu total de l'entrepôt a brûlé. La zone ainsi estimée de dispersion du panache de fumée à longue distance traverse l'est de l'Île de Montréal (Figure 2). Par la suite un modèle tenant compte des volumes estimés qui ont subi une combustion a été refait, ce modèle tient également compte de la morphologie du terrain (présence du Mont Saint-Bruno).

Air et frottis

Comme mentionné précédemment, des mesures d'air ambiant extérieur et intérieur ainsi que des frottis des surfaces exposées ont été réalisés dans les jours qui ont suivi l'incendie, afin de vérifier la qualité de l'air dans la zone évacuée et estimer l'importance des retombées du panache de fumée.

Air

Des mesures de BPC dans l'air ont été réalisées avec le TAGA 3000 (Trace Atmospheric Gas Analyser) du ministère de l'Environnement de l'Ontario. Le TAGA 6000 du ministère de l'Environnement de l'État de New-York a également contribué à établir le portrait de la qualité de l'air. Tous les prélèvements d'air à l'intérieur des écoles et des résidences étaient sous les limites de détection (100 ng/m^3).

Dans l'air extérieur, les teneurs en BPC se sont aussi avérées sous les limites de détection à l'exception de la proximité immédiate du site où l'on a trouvé suivant la direction des vents, des teneurs mesurables pouvant dépasser 100 ng/m^3. Un résultat d'analyse semble indiquer que les activités sur le site ont pu faire augmenter significativement les mesures de BPC dans l'air dans cette zone avant que les mesures d'atténuation ne soient mises en place.

Immédiatement après le feu, la concentration de BPC mesurée a été de 11 512 ng/m^3 et l'on a identifié surtout des T_4CDF, P_5CDF et H_6CDF, mais aussi un peu de dioxines (environ 4% de la quantité totale de PCDF de PCDD). Notons que ces dioxines sont en très faibles quantités et que ce sont les congénères H_6, H_7 et O_8 qui sont présents.

Par la suite au cours de la période du 26 août au 6 septembre, deux postes situés à environ 200 et 250 mètres de l'entrepôt incendié et qui étaient sous les vents dominants ont montré des valeurs variables de BPC, allant de 50 à 250 ng/m^3 (accumulation sur 11 à 50 heures). De faibles quantités de T_4CDF et P_5CDF et des traces de H_7CDD et O_8CDD ont été retrouvées.

Frottis intérieurs

Les pourcentages d'occurrence de BPC, dioxines et furannes dépassant les critères d'exposition dans les frottis intérieurs sont présentés au Tableau V.

On compte maintenant (en date du 29 septembre) 93 analyses de BPC et 43 analyses de PCDD et PCDF. La majorité des valeurs sont sous les limites de détection (BPC: 83/93; PCDD et PCDF: 36/43).

Les valeurs mesurées de BPC se retrouvent dans les secteurs de Saint-Basile-le-Grand (Nord) (1), Saint-Bruno (2), Saint-Bruno Trinité (4), Sainte-Julie Haut-Bois (2) et Sainte-Julie Nord (1).

Pour les 10 valeurs positives de BPC retrouvés, aucune ne présente toutefois de problème pour la santé puisqu'elles sont de 500 à 12 000 fois sous le critère retenu.

Les données de PCDD et PCDF sont exprimées en équivalent de toxicité de 2,3,7,8-T_4CDD. Le calcul a été fait avec les facteurs de l'EPA correspondant aux 2,3,7,8-P_5, 2,3,7,8-H_6 et 2,3,7,8-H_7 CDD et CDF.

Trente-six sur quarante-trois (36/43) analyses sont sous les limites de détection. Les valeurs positives retrouvées sont de 86 fois à 12 500 fois sous le critère de 0,25 ng/100 cm^2 et ne peuvent donc être considérées comme problématiques.

On ne retrouve que très peu de dioxines. Les hepta et octa sont les seuls congénères retrouvés. Quant aux furannes, on ne retrouve que les congénères T_4CDF. Dans tous les cas toutefois ces produits sont à peine mesurables par les appareils les plus sophistiqués. Les T_4CDF sont étroitement associés à la présence de BPC. Les hepta et octachlorodibenzodioxines sont associées au bruit de fond.

Frottis extérieurs

Les pourcentages d'occurrence de BPC, dioxines et furannes, dans les frottis extérieurs et dépassant les critères d'exposition sont présentés au Tableau VI.

Nous disposons maintenant de 99 résultats de BPC et 23 résultats de PCDD et PCDF. De ce nombre 33 analyses de BPC sont au-dessus des limites de détection en incluant la série de 8 frottis à (# échant. 20 à 27) Sainte-Julie Haut-Bois (5) et Saint-Bruno (3) qui ont montré des valeurs extrêmement élevées, non confirmées par des échantillons parallèles.

Les valeurs positives de BPC sont retrouvées à Saint-Basile-le-Grand (Nord) (11/38), Saint-Basile-le-Grand (Est) (1/11), Saint-Bruno Trinité (1/4), Sainte-Julie Haut-Bois (5/13), Sainte-Julie Nord (1/8), Boucherville (1/7), Saint-Bruno (4/9) et le site (9/9). À l'exception de la série de valeurs élevées de Sainte-Julie Haut-Bois et Saint-Bruno, et des valeurs très fortes observées sur le site lui-même, et d'un échantillon de Saint-Basile-le-Grand (Nord) pris après la pluie, toutes les valeurs de frottis extérieurs sont sous le critère de 12,5 ug/100 cm^2 pour les BPC.

Les PCDD et PCDF ont été retrouvés dans 11 analyses sur 23, à Saint-Basile-le-Grand (Nord) (3/6), Saint-Bruno (1/3), Sainte-Julie Nord (1/1), Boucherville (1/1) et sur le site lui-même (5/5). Les valeurs ne dépassent pas le critère de 0,25 ng/100 cm^2 en équivalent toxique 2,3,7,8-T_4-CDD, à l'exception des analyses des édifices du site lui-même et d'un échantillon à Saint-Basile-le-Grand (Nord).

Les 3 frottis extérieurs de Saint-Basile-le-Grand (Nord) qui montrent des valeurs positives ont des profils chimiques semblables à ceux que l'on retrouve sur le site, dans la suie ou dans les échantillons d'air

ambiant pris immédiatement après l'incendie; ceci montre que les furannes proviennent de l'incendie.

Gouttelettes d'huile

Des gouttelettes d'huile vaporisées lors de l'incendie et transportées avec le panache de fumée, se sont déposées sur les surfaces horizontales exposées (voitures, tables, etc.). Environnement Canada a évalué de façon quantitative l'étendue de cette dispersion. Les gouttelettes se retrouvent surtout le long d'un corridor s'étendant au nord-ouest de l'entrepôt sur une distance d'environ 1,5 kilomètre, à Saint-Basile-le-Grand (Nord).

Des échantillons d'huile ont été prélevés par frottis dans le quadrat où se trouvait le plus grand nombre de gouttelettes. Ces échantillons révèlent la présence de BPC et de congénères de furannes caractéristiques de l'incident (T_4CDF, P_5CDF et trace de H_6CDF) de l'ordre de deux fois inférieurs au critère d'exposition.

LES SOLS

1°. La signature de l'incendie

La signature de l'incendie est caractérisée par la présence de furannes (2,3,7,8-TCDF, TCDF, PCDF et H_6CDF).

On a retrouvé, dans les sols prélevés à proximité de l'entrepôt, des H_7CDD et OCDD. Ces formes de dioxines sont peu toxiques. Elles ont cependant été retrouvées dans tous les secteurs échantillonnés en concentration à peu près similaire ce qui nous laisse croire que leur présence est plus indicatrice du bruit de fond que du passage de l'incendie.

2°. Les zones

Les pourcentages d'occurrence de BPC, dioxines et furannes, dans le sol, dépassant les critères d'exposition, sont présentés au Tableau VII.

Les analyses de sol nous permettent de distinguer les zones suivantes:

- le site de l'incendie, fortement contaminé en BPC et contenant des furannes caractéristiques du feu;

- Saint-Basile-le-Grand (Nord) ou le passage du panache a laissé des traces perceptibles. On y retrouve 4 échantillons contenant des furannes. Transformées en équivalent toxique, ces concentrations de furannes sont de 25 à 300 fois sous le critère de qualité du milieu;

- Saint-Basile-le-Grand (Est), Saint-Basile-le-Grand (Sud), Sainte-Julie (Haut-Bois), Sainte-Julie Nord et Saint-Bruno où l'on a retrouvé dans quelques échantillons des furannes à des quantités souvent à peine supérieures à la limite de détection. Transformées en équivalent toxique, ces valeurs sont de 45 à 14 700 fois inférieures au critère de qualité du milieu;

- Saint-Bruno (Trinité) ou aucun échantillon ne s'est avéré contenir de furannes quantifiables en équivalent toxique.

EAUX DE SURFACE

Les eaux des fossés adjacents au site de l'incendie ont révélé la présence d'une forte contamination en BPC (380 à 6 900 ng/L). Des concentrations beaucoup plus élevées, de l'ordre de 17 000 et de 2 381 mg/L ont également été retrouvées dans des flaques d'eau échantillonnées à proximité immédiate de l'entrepôt. De l'huile échappée des barils se trouvait cependant dans ces échantillons d'eau, ce qui explique ces valeurs extrêmement élevées.

La présence de BPC a été détectée également dans les lacs Seigneurial et des Bouleaux et dans les ruisseaux Massé et Beloeil qui drainent le Mont Saint-Bruno à des concentrations allant de 1,0 à 39 ng/L. La présence de furannes dans ces lacs nous indique qu'il est fort probable que ces contaminants proviennent des retombées de l'incendie. Les concentrations mesurées de PCDD et PCDF, satisfont au critère intérimaire canadien de 15 pg/L (équivalent 2,3,7,8-T_4CDD) pour l'eau potable.

Les analyses démontrent donc que les niveaux de BPC, de dioxines et de furannes retrouvés dans les eaux de surface sur le Mont Saint-Bruno ne présentent pas de danger pour la santé humaine.

Toutefois, les niveaux mesurés excédent les concentrations souhaitables pour la qualité de la vie aquatique.

EAU SOUTERRAINE

Les risques de contamination de l'eau souterraine dans la région de Saint-Basile-le-Grand ont été évalués. Du point de vue géologique, la région est constituée de quatre grandes unités stratigraphiques. La plus significative est sans doute une argile imperméable qui recouvre toute la plaine sur une épaisseur de 20 à 30 mètres.

L'eau souterraine est dans l'ensemble bien protégée de la contamination par la couche d'argile. Les sables des hautes terrasses, en contact direct avec la roche de fond, sont vulnérables mais se situent à des distances trop grandes pour avoir été contaminés.

Par ailleurs, un puits désaffecté, situé dans le garage municipal adjacent à l'entrepôt et tirant son eau à partir d'un aquifère localisé sous la couche d'argile, a été atteint par les eaux contaminées au moment de l'incendie.

Ce puits a été complètement vidangé (14 000 litres). Des prélèvements ultérieurs permettront d'identifier la persistance éventuelle de contaminants. L'accès au puits fut colmaté à l'aide d'une coulée en béton et les mesures de sécurité ont été prises afin de s'assurer qu'aucune autre infiltration de contaminants ne puisse survenir à l'intérieur du puits.

INTERPRÉTATION GLOBALE

Les résultats nous amènent donc à distinguer trois zones:

- le site de l'incendie, qui est fortement contaminé;
- Saint-Basile-le-Grand (Nord), zone à prioriser, où le passage du panache a laissé des traces;
- le reste de la zone évacuée qui ne présente pas de concentrations significatives de contaminants après le 25 août au niveau des composantes air, (air extérieur et frottis) et sol.

Dans cette zone on a détecté des BPC et des furannes à l'état de trace dans un corridor s'étendant jusqu'au Saint-Laurent. Les concentrations mesurées sont toutefois très faibles. Pour les sols, traduites en équivalent toxique, ces valeurs sont de l'ordre de plus de quinze mille fois sous le critère de qualité du milieu.

Après avoir pris connaissance de ces résultats, procédé avec le concours d'experts québécois à une analyse de risque et à la lumière des examens médicaux des personnes exposées, le Comité d'experts internationaux émet le 9 septembre 1988 les recommandations suivantes:

1°. Les populations concernées peuvent dès maintenant réintégrer les zones évacuées, sans danger pour leur santé.

2°. Par prudence, les mesures de décontamination suivantes devraient être prises dans les zones résidentielles:

   a) nettoyage méticuleux des prises d'air des appareils de climatisation ou de ventilation qui fonctionnaient au moment de l'incident ou qui ont fonctionné pendant la période d'évacuation;

   b) dans les limites de la zone évacuée, lavage des surfaces extérieures et de toutes les surfaces potentiellement exposées aux fumées et aux suies de l'incendie, nettoyage des maisons, des véhicules, des patios et des autres surfaces dures, en particulier celles qui ne sont pas exposées à la pluie;

c) recommandation de ne pas utiliser, à des fins d'alimentation humaine ou animale, les récoltes de légumes, les fruits et les baies provenant de la zone contaminée.

3°. Un programme de surveillance environnementale devrait être mis en oeuvre.

4°. Un programme de suivi épidémiologique et médical de l'ensemble de la population de la zone évacuée devrait être entrepris; ce programme devrait permettre de dépister une intoxication aiguë ou chronique, d'éventuels effets cliniques et, le cas échéant, des séquelles psychologiques.

5°. Un programme de suivi des effets pathologiques subaigüs et chroniques chez les personnes fortement exposées (groupes d'intervention et autres) devrait être mis en oeuvre.

6°. Un programme spécial de suivi vétérinaire des animaux se trouvant dans la zone contaminée devrait être entrepris.

7°. Des mesures devraient être prises pour améliorer la préparation des groupes d'intervention dans les cas d'accidents chimiques, notamment en ce qui concerne la coordination des mesures d'urgence. Ces plans d'intervention devraient préciser les responsabilités des différents individus et organismes concernés, et définir clairement l'instance chargée de la planification et de la mise en oeuvre des mesures requises.

8°. Les plans d'intervention devraient également prévoir le partage des tâches et des responsabilités de coordination, ainsi que des mécanismes permettant aux laboratoires d'analyse d'augmenter soudainement leur capacité de traitement des échantillons. Un système interne et inter-laboratoires de contrôle de la qualité devrait être élaboré.

9°. Il faut procéder à la décontamination du foyer d'incendie, de même qu'au transport et à l'élimination adéquats des déchets contaminés, en accordant une attention particulière à la santé et à la sécurité des équipes responsables de la réhabilitation du site.

10°. Ce Groupe ad hoc d'experts internationaux devrait procéder à une nouvelle évaluation de l'incident dans les six mois.

Le gouvernement du Québec a immédiatement donné suite à ces recommandations, entre autres en mettant sur pied un programme de suivi environnemental.

LE SUIVI ENVIRONNEMENTAL

Un programme de suivi environnemental est présentement en cours de réalisation.

Plusieurs organismes collaborent avec le ministère de l'Environnement du Québec à la réalisation du programme. Ce sont: Environnement Canada; le ministère de l'Agriculture des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec; le ministère du Loisir de la Chasse et de la Pêche du Québec; ainsi que l'école polytechnique de l'Université de Montréal.

Le programme couvre les éléments suivants: l'eau, l'air, le sol ainsi que la faune et la végétation.

En ce qui concerne la qualité de l'air, six stations d'échantillonnage à grand débit opéreront jusqu'à la fin des travaux de restauration.

La qualité des eaux souterraines est actuellement suivie. Il en va de même pour la qualité des eaux de surface et principalement des eaux du lac du Moulin qui sert de réservoir d'appoint pour la municipalité de Saint-Bruno.

Des analyses seront effectuées sur des échantillons de sédiments, alevins et grenouilles pour déterminer s'il y a un impact au niveau des composantes de l'écosystème aquatique.

En ce qui concerne la végétation, des prélèvements de champignons et de pelouse serviront de bio-indicateurs.

La faune terrestre fera également l'objet d'un suivi. Les animaux analysés sont les suivants: des rats musqués; des musaraignes, des pigeons, des vers de terre, des lapins à queue blanche, de même que des gélinottes huppées.

De façon générale, il est prévu de procéder au dépistage des BPC pour l'ensemble des échantillons prélevés et d'effectuer les tests de dioxines et furannes sur le quart des échantillons.

Les résultats de ces analyses fourniront des indications sur la nécessité de poursuivre un programme de suivi à long terme et le cas échéant nous permettront d'optimiser le programme par la sélection des milieux les plus représentatifs.

NETTOYAGE ET RESTAURATION

Dans les heures qui suivent l'incendie, des travaux préliminaires sont entrepris pour éviter que des particules contaminées venant du site ne soient dispersées dans les champs, les quartiers voisins, les ruisseaux, la nappe d'eau souterraine, l'air ambiant.

Mentionnons entre autres choses:

a) La mise en barils de tous les débris de l'incendie,

b) le creusage de fossés et d'une lagune pour recueillir les eaux d'arrosage et les eaux de pluie,

c) la mise en opération d'une unité mobile de décontamination des eaux,

d) l'épandage d'une solution de chlorure de calcium pour éviter le transport de particules,

e) la construction autour du site d'une clôture de douze (12) pieds de haut pour contrôler l'accès,

f) la mise sur pied d'une unité de décontamination du personnel,

g) l'érection d'un chapiteau de 80 pieds par 120 pieds.

Le but de cette structure temporaire réalisée en vitesse vise à empêcher les eaux de pluie et les vents de transporter ailleurs des cendres, suies ou émanations contaminées jusqu'au début des travaux de restauration du site.

Lorsque le 9 septembre, à la suite de la recommandation des experts internationaux, le gouvernement autorise la réintégration des citoyens évacués, un programme de nettoyage des maisons, propriétés et édifices publics, est immédiatement enclenché pour éviter tout risque si mimime soit-il de contact avec des contaminants potentiels.

Le programme consiste "grosso modo" dans:

- le lavage au double jet d'eau savonneuse et d'eau claire des surfaces lisses des édifices, meubles de parterre, etc;

- la collecte des fruits et légumes des potagers et vergers domestiques;

- le nettoyage ou le remplacement des filtres à air des appareils de climatisation et thermopompes.

Ce programme s'est réalisé du 10 septembre au 26 septembre.

Plus de 2 500 maisons et propriétés privées sont nettoyées ainsi que toutes les infrastructures du Parc récréatif du Mont Saint-Bruno. On trouve au Tableau IV en annexe un bilan de ces opérations.

Le ministère de l'Agriculture du Québec pour sa part procède au déchiquetage et à l'élimination des produits végétaux provenant de 3 500 acres de terres agricoles commerciales.

La restauration du lieu de l'incendie reste l'opération la plus lourde et la plus complexe. Son exécution est prévue en deux étapes: d'abord la décontamination complète des lieux puis l'élimination sécuritaire des BPC et des autres éléments contaminés recueillis sur les lieux.

La première étape de cette opération est déjà en marche depuis le 6 octobre.

Les travaux consistent en:

- l'identification du contenu des barils, des transformateurs et des condensateurs;

- le nettoyage et la mise en sécurité à l'intérieur de conteneurs scellés des barils, des transformateurs et des condensateurs;

- le démantèlement de l'entrepôt et la décontamination des structures et du revêtement métalliques, de la dalle de béton et des rebuts métalliques;

- le démantèlement de l'abri temporaire (chapiteau) recouvrant l'entrepôt incendié;

- le traitement des eaux contaminées du site;

- le traitement et le recyclage des solvants usés.

L'exécution des travaux, qui fait l'objet d'un contrat de 6,6 millions $, est prévue pour la fin de l'année 1988.

Quant à l'élimination des BPC et des autres résidus contaminés résultant de cet incendie, ni le procédé de destruction qui sera utilisé, ni l'endroit, ni les coûts ne sont connus à l'heure actuelle. Les autorités gouvernementales ont donné l'assurance de cette élimination et d'intenses négociations sont en cours à ce sujet.

CONCLUSION

Le monde industrialisé a vécu plusieurs catastrophes écologiques attribuables en bonne partie à l'ignorance ou à l'inconscience reliée à la gestion des substances et déchets dangereux: Bhopal, Love Canal, Times Beach, Seveso.

La société québécoise n'échappe pas à cette dure réalité. Citons quelques cas: la pollution par des huiles usées de la nappe phréatique de Ville Mercier, la démolition et la restauration d'un quartier résidentiel de Ville de LaSalle construit sur un ancien dépotoir, l'incendie de BPC dans les laboratoires de l'IREQ à Varennes et maintenant, l'incendie de l'entrepôt de BPC de Saint-Basile-le-Grand.

Quatre noms, quatre localités québécoises qui évoquent entre autres des dépenses de restauration de plusieurs dizaines de millions de dollars. Que de travail de prévention environnementale on aurait pu réaliser avec cet argent.

La société, les divers paliers de gouvernements, l'industrie, le monde scientifique apprennent à partir des catastrophes!

Celle-ci aura amené notre société et nos administrations à réaliser notre difficulté à réagir promptement et sans anicroche à un accident éco-

logique majeur; à réaliser les limites de nos connaissances et de nos moyens! Elle aura contribué à raffermir la conviction des gouvernements de la nécessité d'adopter des lois et règlements beaucoup plus sévères pour gérer la manutention, le transport et l'élimination des déchets industriels dangereux et à affecter les ressources requises pour en assurer une rigoureuse application. De façon concrète, elle aura amené la création d'une direction générale des enquêtes (60 personnes) au ministère de l'Environnement du Québec.

Elle aura signalé au monde scientifique la nécessité d'accélérer la recherche et le développement de ses connaissances en toxicologie, de mieux équiper ses laboratoires et de les normaliser.

Elle aura provoqué dans les centres de santé locaux, la mise en oeuvre d'énergies nouvelles et de créativité pour bien cerner les véritables risques pour la population des produits de combustion des BPC.

Elle aura mobilisé le dévouement traditionnel et le sens de la responsabilité des médecins, d'infirmières pour prendre en charge les plus exposés comme pour rassurer les plus inquiets.

Enfin, nous l'espérons, elle aura convaincu le monde industriel, de son rôle capital de gestionnaire des produits dangereux qu'il met en service, qu'il utilise dans ses procédés de fabrication et que trop souvent, il rejette sans traitement dans l'environnement.

Pour toute notre société, force est de constater qu'il en coûte moins cher de prévenir que de guérir.

ANNEXES

TABLEAU I	Table de conversion en équivalent toxique (U.S.E.P.A.)
TABLEAU II	Critères utilisés pour l'interprétation
TABLEAU III	Bilan total des échantillons - Caractérisation environnementale à Saint-Basile-le-Grand
TABLEAU IV	Bilan de l'opération nettoyage
TABLEAU V	Présence de BPC, des dioxines et des furannes, dans les frottis intérieurs, exprimée en pourcentage, par rapport aux critères d'exposition
TABLEAU VI	Présence de BPC, des dioxines et des furannes, dans les frottis extérieurs, exprimée en pourcentage, par rapport aux critères d'exposition
TABLEAU VII	Présence de BPC, des dioxines et des furannes, dans le sol, exprimée en pourcentage, par rapport aux critères d'exposition
FIGURE 1	Limites de la zone évacuée (Saint-Basile-le-Grand)
FIGURE 2	Zone estimée de dispersion du panache de fumée à longue distance (Saint-Basile-le-Grand)

TABLEAU I

TABLE DE CONVERSION EN ÉQUIVALENT TOXIQUE (U.S.E.P.A.)

Composé	
PCDD	
2378 T4CDD	1
Autres T4CDD	0,01
2378 P5CDD	0,5
Autres P5CDD	0,005
2378 H6CDD	0,04
Autres H6CDD	0,0004
2378 H7CDD	0,001
Autres H7CDD	0,0001
O8CDD	0
PCDF	
2378 T4CDF	0,1
Autres T4CDF	0,001
2378 P5CDF	0,1
Autres P5CDF	0,001
2378 H6CDF	0,01
Autres H6CDF	0,0001
2378 H7CDF	0,001
Autres H7CDF	0,00001
O8CDF	0

TABLEAU II

CRITÈRES UTILISÉS POUR L'INTERPRÉTATION

	CRITÈRES		SOURCE	
MILIEU	BPC	DIOXINES ET FURANNES	BPC	DIOXINES ET FURANNES
Sol	1 mg/Kg	1 ug/Kg (équivalent 2,3,7,8 T_4 CDD)	Québec	États-Unis (EPA)
Eau Potable	100 ng/L	15pg/L (équivalent 2,3,7,8,T_4 CDD)	Québec	Canada
Air	450ng/m^3 (½ heure)	450pg/m^3 (½ heure)	Ontario	Ontario
	150ng/m^3 (24 heures)	-	Ontario	
	35ng/m^3 (1 an)	30pg/m^3 (1 an) (dioxines)+$\frac{(furannes)}{50}$	Ontario	Ontario
Frottis	2,5mg/m^2* (1242) 1,25mg/m^2* (1254 et 1260)	25ng/m^2	New York	New York

* AROCLOR 1242 (BPC à 42 % de chlore)
AROCLOR 1254 (BPC à 54 % de chlore)
AROCLOR 1260 (BPC à 60 % de chlore)

TABLEAU III

BILAN TOTAL DES ÉCHANTILLONS

CARACTÉRISATION ENVIRONNEMENTALE À SAINT-BASILE-LE-GRAND

NATURE	NOMBRE D'ÉCHANTILLONS	NOMBRE D'ANALYSES COMPLÉTÉES*
SOL	119	152 BPC 111 D-F**
FROTTIS EXTÉRIEURS	83	69 BPC 17 D-F
FROTTIS INTÉRIEURS	70	55 BPC 34 D-F
FILTRE À AIR	9	1 BPC 1 D-F
EAU	37	33 BPC 15 D-F
AIR	48	43 BPC 2 D-F
GRAND TOTAL:	366	353 BPC 180 D-F

* Dans plusieurs cas, les laboratoires ont procédé à l'analyse de duplicatas.

** D: dioxines
F: furannes

TABLEAU IV

BILAN DE L'OPÉRATION NETTOYAGE

NOMBRE	ZONE ÉVACUÉE	ZONES ADJACENTES	ZONE AFFECTÉE (MAPAQ)	TOTAL
PROPRIÉTÉS (incluant potagers et vergers)	1 696	831	——	2 527
VÉHICULES NEUFS (concessionnaires autos)	193	——	——	193
BÂTIMENTS (Parc du Mont St-Bruno, MAPAQ Pensionnat Sacré-Coeur)	38	——	——	38
FILTRES À AIR	195	39 *	——	234 *
TABLE DE PIQUE-NIQUE (Parc Mont St-Bruno)	225	——	——	225
RÉCUPÉRATION DE FRUITS ET LÉGUMES DES POTAGERS ET VERGERS (nombre de demandes zone affectée du MAPAQ)	——	——	109 *	109 *

* Situation au 1988/09/25

TABLEAU V

PRÉSENCE DE BPC, DES DIOXINES ET DES FURANNES,
DANS LES FROTTIS INTÉRIEURS,
EXPRIMÉE EN POURCENTAGE,
PAR RAPPORT AUX CRITÈRES D'EXPOSITION

	BPC	PCDD - PCDF
Saint-Basile-le-Grand (Nord)	0,00 %	0,001 %
Saint-Basile-le-Grand (Sud)	0,00 %	0,00 %
Boucherville	0,00 %	-
SITE	-	-
Sainte-Julie Nord	0,00 %	0,00 %
Sainte-Julie (Haut-Bois)	0,01 %	0,00 %
Saint-Basile (Est)	0,00 %	0,00 %
Saint-Bruno Trinité	0,01 %	0,00 %
Saint-Bruno	0,03 %	0,20 %
Carignan	0,00 %	-
Chamblay	0,00 %	0,00 %

TABLEAU VI

PRÉSENCE DE BPC, DES DIOXINES ET DES FURANNES,
DANS LES FROTTIS EXTÉRIEURS,
EXPRIMÉE EN POURCENTAGE,
PAR RAPPORT AUX CRITÈRES D'EXPOSITION

	BPC	PCDD - PCDF
SITE	887 %	12 248 %
Saint-Basile-le-Grand (Nord)	8,22 %	51,13 %
Saint-Bruno Trinité	4,40 %	N. A.
Saint-Bruno	0,14 %	0,42 %
Boucherville	0,05 %	0,84 %
Sainte-Julie Nord	0,0143 %	0,68 %
Saint-Basile-le-Grand (Est)	0,0022 %	-
Sainte-Julie (Haut-Bois)	0,00 %	-

TABLEAU VII

PRÉSENCE DE BPC, DES DIOXINES ET DES FURANNES, DANS LE SOL, EXPRIMÉE EN POURCENTAGE, PAR RAPPORT AUX CRITÈRES D'EXPOSITION

	BPC	PCDD - PCDF
SITE	80 %	42,26 %
Saint-Basile-le-Grand (Nord)	6,82 %	0,41 %
Saint-Bruno Trinité	3,65 %	0,00 %
Saint-Basile-le-Grand (Est)	2,57 %	0,18 %
Sainte-Julie (Haut-Bois)	1,38 %	0,03 %
Saint-Basile-le-Grand (Sud)	1,12 %	0,10 %
Sainte-Julie Nord	0,50 %	0,12 %
Saint-Bruno	0,46 %	0,56 %

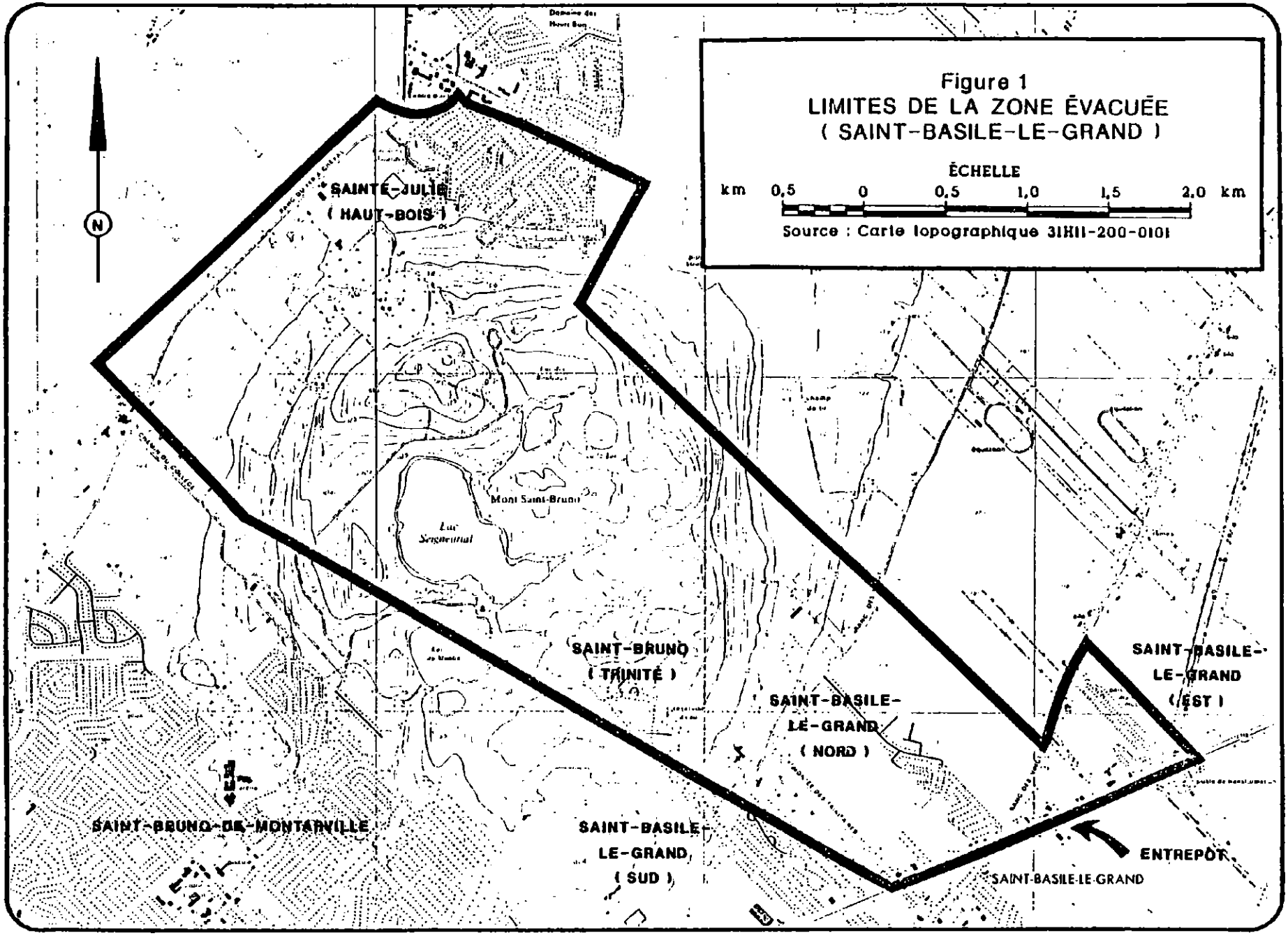


Figure 1
LIMITES DE LA ZONE ÉVACUÉE
(SAINT-BASILE-LE-GRAND)
ÉCHELLE
km 0,5 0 0,5 1,0 1,5 2,0 km
Source : Carte topographique 31H11-200-0101
N
SAINTE-JULIE
(HAUT-BOIS)
Mont Saint-Bruno
Lac Seigneurial
SAINT-BRUNO
(TRINITÉ)
SAINT-BASILE-
LE-GRAND
(NORD)
SAINT-BASILE-
LE-GRAND
(EST)
SAINT-BRUNO-DE-MONTARVILLE
SAINT-BASILE-
LE-GRAND
(SUD)
ENTREPÔT
SAINT-BASILE-LE-GRAND

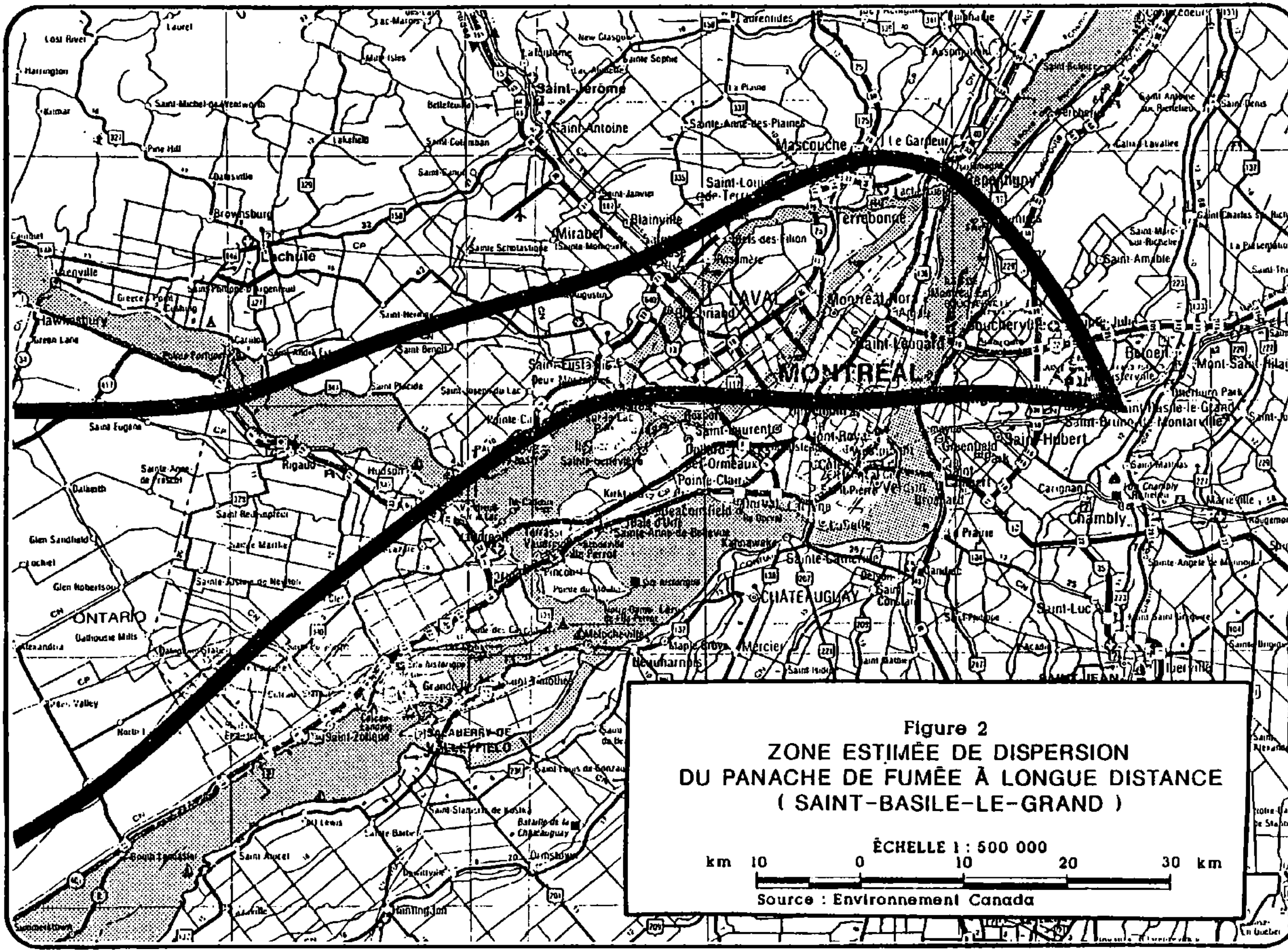


Figure 2
ZONE ESTIMÉE DE DISPERSION
DU PANACHE DE FUMÉE À LONGUE DISTANCE
(SAINT-BASILE-LE-GRAND)

ÉCHELLE 1 : 500 000
km 10 0 10 20 30 km

Source : Environnement Canada

Résumé

Évaluation des risques à long terme pour la santé de la population, associés à la contamination découlant de l'incendie de Saint-Basile-le-Grand.

I. Niveau de contamination des différents milieux exprimés en 2, 3, 7, 8 TCDD équivalent.

II. Estimation de la dose journalière reliée à la contamination du sol

- facteurs généraux considérés
  - période d'exposition
  - taux de dégradation
  - facteurs de distribution
  - bio-concentration
  - mode d'exposition et voie d'absorption en tenant compte de l'âge
- calcul de la dose totale estimée
  - dose pour (ingestion - inhalation - absorption cutanée)
- résultats

III. Comparaison avec le niveau du bruit de fond et les normes internationales.

IV. Estimation de l'exposition aux contaminants via la consommation de produits alimentaires locaux: culture de l'année 1988 et celles des années antérieures.

V. Décisions prises par le comité d'experts international.

VI. Critique et commentaires sur les normes internationales concernant les dioxines et les furanes.

Gaétan Carrier, m.d.

COLLOQUE-FORMATION EN SANTÉ ENVIRONNEMENTALE

Urgences en santé environnementale

Risques de type Bhopal au Canada

par
Wayne Bissett*

Résumé

Au Canada comme dans les autres pays développés, il est inacceptable de parler seulement des termes de risques de type Bhopal. En effet, les professionnels dans le domaine d'évaluation du risque doivent considérer les impacts de tout accident industriel majeur. Un tel accident peut être défini comme un évènement non planifié qui peut se produire durant la fabrication, le transport, l'entreposage, l'utilisation, la manipulation ou l'élimination des matières dangereuses et qui entraînerait l'émission d'une matière en quantité telle qu'elle représenterait un sérieux danger pour la santé, la vie, le bien ou l'environnement en dehors des limites d'une installation ou du droit de passage d'un moyen de transport.

La sorte de substance dangereuse impliquée possède des caractéristiques de toxicité, flammabilité, explosivité ou réactivité. On peut établir une liste de telles substances mais il faut souligner que chaque situation est unique et doit faire l'objet d'une évaluation particulière du risque. Il est nécessaire aussi d'examiner non seulement les fabriquants mais aussi les transporteurs, les entrepôts et les usagers. L'expérience récente à Saint-Basile est la preuve qu'on examine toutes les phases de "life-cycle".

L'ETAT DU DOSSIER DE LA SANTE ENVIRONNEMENTALE DANS LE RESEAU DES DEPARTEMENTS DE SANTE COMMUNAUTAIRE AU QUEBEC

Préparé par Johanne Gélinas
Département de santé communautaire
Hôpital Général du Lakeshore

On reconnait aujourd'hui que la détérioration de l'environnement causée par les différentes sources de pollution peut agir sur le bien-être des individus. Le concept de santé environnementale cherche précisément à établir les relations qui existent entre certains facteurs environnementaux et la santé.

Pour comprendre l'état de la situation en santé environnementale, dans le réseau des Départements de santé communautaire, un bref historique sur l'évolution de ce dossier au Québec est de rigueur.

La mise en application de ce concept s'inscrit dans une dynamique davantage à caractère individuel que collectif, dont les prémices apparaissent vers 1983. En effet, en l'absence d'un cadre de référence pouvant façonner et uniformiser une démarche en santé environnementale, c'est par le biais d'initiatives menées par certains intervenants, oeuvrant dans le réseau de la santé communautaire, que la santé environnementale s'est développée.

En parallèle, on effectuait au sein des D.S.C., un processus d'actualisation des préoccupations de santé publique. Au cours de cet exercice, il est apparu pour plusieurs que l'environnement figurait au nombre de ces préoccupations. On constatait également que la santé environnementale représentait un créneau, dans la mesure où ni l'environnement ni la santé ne l'a intégré. Ainsi, en regard de ses rôles et mandats, la santé communautaire c'est senti fort aise d'occuper ce créneau.

Bien que tous les D.S.C. adhèrent aujourd'hui au concept, les formes que prend la santé environnementale dans les D.S.C. sont variées. Cet état de fait peut s'expliquer par certaines réalités géographiques et politiques.

Les réalités géographiques concernent d'une part la nature des problématiques environnementales spécifiques à une région et d'autre part la superficie couverte par un territoire de D.S.C. Alors que le premier aspect détermine en partie les thématiques à privilégier, le second conditionne le type d'intervention qu'un D.S.C. peut entreprendre.

Les réalités politiques réfèrent, quant à elles, aux libertés de choix laissées au D.S.C. en regard de leurs orientations, de leurs priorités et de leur mode de fonctionnement. Ainsi, selon la place qu'occupe la santé environnementale dans un D.S.C. et les ressources humaines qui lui sont affectées découle une démarche particulière.

Maintenant que le contexte dans lequel s'inscrit la dynamique de santé environnementale au Québec a été précisée, on peut aborder la situation qui prévaut dans les D.S.C. Au niveau des ressources humaines, le portrait est le suivant:

4 D.S.C. n'ont aucune ressource
9 D.S.C. ont un effectif réduit (une personne à 1/2 temps et moins)
7 D.S.C. ont un intervenant à temps plein
12 D.S.C. ont constitué une équipe (plus d'une personne)

Dans la presque totalité des D.S.C. le répondant est une personne de profession médicale. Lorsqu'un D.S.C. met en place une équipe, on voit généralement se greffer un(e) hygiéniste ou un(e) environnementaliste.

Au nombre de ceux qui ont un programme ou des projets en santé environnementale, ils se limitent aux 19 D.S.C. qui ont au moins un(e) intervenant(e) à temps plein.

La démarche adoptée par les D.S.C. fait ressortir deux tendances:

Certains développent la santé environnementale à travers des problématiques connues ou à risques potentiels connus.

Des principaux dossiers qui s'insèrent dans une telle démarche notons:

- l'eau potable
- les pesticides
- les substances dangereuses (déchets toxiques, biomédicaux, contaminants, etc.)
- l'herbe à poux

Cette tendance appelle à une démarche axée davantage vers l'intervention.

La deuxième tendance suggère une approche holistique de la santé environnementale orientée vers la connaissance. Il s'agit surtout d'une démarche visant la caractérisation du profil environnemental et l'inventaire des facteurs de risques, dans le but d'initier ultérieurement des programmes d'intervention ou de la recherche-action.

Quelque soit la démarche privilégiée par les D.S.C., ils se rejoignent à deux niveaux. D'une part, tous semblent préoccupé par la question des urgences environnementales, notamment en ce qui a trait au rôle dévolu aux D.S.C.; d'autre part, chacun tente de trouver une réponse ou de fournir un support lorsqu'une demande émanant d'un membre de la communauté ou d'un organisme leur est adressé.

Il est impensable de parler d'une discipline sans faire état des projets de recherche qui alimentent son développement. Le portrait est ici navrant. La recherche en santé environnementale dans le réseau des D.S.C. est inexistante; non pas par manque d'intérêt, mais bien par manque de fonds. En effet, bien que le vocable «Santé environnementale» soit à la mode, la chose qu'elle représente n'a pas acquis ses lettres de noblesse auprès des organismes subventionnaires.

Les problèmes que l'on rencontre en santé environnementale lorsqu'il s'agit d'obtenir des fonds de recherche sont de trois ordres:

- La santé environnementale, et l'expression le rend bien, aborde la santé sous l'angle des facteurs environnementaux. Or, le volet «santé» apparaît trop nébuleux pour être éligible aux programmes de subvention en matière de santé et le volet «environnement» trop santé pour s'inscrire dans les fonds de recherche en environnement.

- Le domaine de la santé environnementale en milieu universitaire étant relativement jeune et la collaboration D.S.C.- université dans sa phase d'apprentissage, on peut difficilement rivaliser dans la course aux subventions, notamment à l'échelle fédérale.

- Enfin au Québec, où les organismes subventionnaires développent des thématiques, force est de constater que la santé environnementale n'y a pas encore sa place.

Pour ces raisons, les projets qui se développent dans le réseau sont relativement de petite envergure. Ils sont

généralement financés par le D.S.C. qui le réalise, à même son budget et occasionnellement par l'entreprise privée et les municipalités.

Outre la place de chaque D.S.C. dans ce dossier, on ne pourrait passer sous silence l'initiative de l'association des Hôpitaux du Québec via sa direction de la santé communautaire qui a mis sur pied un Comité provincial en santé environnementale. Ce comité opère sur une base bénévole et ne bénéficie d'aucun budget de fonctionnement. Il n'a pas de mandat clairement défini et peu de temps a été investi jusqu'à maintenant pour assurer sa croissance. On peut cependant espérer qu'il saura devenir le point de jonction des D.S.C., des ministères et autres organismes concernés par la santé environnementale, et ce afin d'éviter une dilution des problèmes en les considérant strictement d'un point de vue local. Il existe au Québec des facteurs de risques qui touchent tous les territoires de D.S.C. et seule une action concertée au sein d'une structure provinciale pourra faire ressortir l'ampleur d'un problème et l'élever au rang de priorité. Sans cet effort de concertation, on ne possède qu'une vision fragmentée des problèmes de santé environnementale au Québec.

Les réalisations du comité provincial ont porté jusqu'à ce jour sur la production de mémoires. Par ailleurs le comité a joué un rôle d'information auprès de ses membres et des représentants des ministères.

Enfin dans la perspective où les D.S.C. sont là pour rester, la santé environnementale risque de prendre racine et donner ses fruits au sein d'un réseau en pleine croissance.

Johanne Gélinas
JG/mf
88.10.17

URGENCES ENVIRONNEMENTALES ET SANTÉ PUBLIQUE:

DE LA THÉORIE A LA PRATIQUE

PARTIE 1: La place des professionnels et des organismes de santé lors d'une urgence environnementale

Par Pierre Lajoie, m.d.
Département de santé communautaire
Centre hospitalier de l'Université Laval

Partie 2: L'incendie de St-Basile-le-Grand

Par Alain Poirier, m.d.
Département de santé communautaire
Hôpital Charles-Lemoyne

COLLOQUE-FORMATION EN SANTÉ ENVIRONNEMENTALE

QUÉBEC, 15 NOVEMBRE 1988

PARTIE 1

LA PLACE DES PROFESSIONNELS ET DES ORGANISMES DE SANTÉ LORS D'UNE URGENCE ENVIRONNEMENTALE

Par

Pierre Lajoie, m.d.

Département de santé communautaire

Centre hospitalier de l'Université Laval

Novembre 1988

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION .....

CATEGORIES D'INTERVENTIONS DE MASSE .....

LES INTERVENTIONS PENDANT LA CRISE .....

LES INTERVENTIONS SUIVANT LA CRISE .....

LES INTERVENTIONS PRECEDANT LA CRISE .....

APPLICATIONS CONCRETES AU QUEBEC .....

Introduction

Les désastres naturels ont souvent des impacts importants sur la santé de la population. Les exemples récents de l'éruption du Mont St-Helen, du tremblement de terre de Mexico et de la tornade de Edmonton le démontrent clairement. Ces impacts sont la plupart du temps très sévères et s'accompagnent de nombreux décès et de blessés graves. Les accidents technologiques, eux aussi, notamment les accidents chimiques, peuvent avoir aussi un impact majeur sur la santé des personnes. Le cas de Bhopal représente sans doute une situation extrême à cause des 2 500 décès et des milliers de maladies graves qui y sont reliés. Dans la plupart des cas, le risque appréhendé pour la santé publique reste très grand même si, le plus souvent, les hécatombes sont évitées. Le cas de Mississauga représente sans doute un exemple frappant à ce titre.

Dans de telles catastrophes, la liste des intervenants santé impliqués est assez longue:

- départements d'urgence des hôpitaux;
- personnel infirmier et médecins d'urgence;
- paramédicaux et ambulanciers;
- secouristes civils;
- médecins et personnel infirmier d'entreprises;
- départements et professionnels de la santé publique;
- médecins de cabinets privés;
- spécialistes intra-hospitaliers;
- autres.

La majorité de ces professionnels et de ces organismes sont mobilisés massivement lors de telles situations. Ceux-ci peuvent être regroupés sous deux grandes catégories, soit celle de la dispensation des soins, soit celle de l'organisation des programmes de surveillance et de prévention au niveau de la population touchée. La première catégorie correspond globalement à la médecine de catastrophe traditionnelle, la seconde à la médecine communautaire ou encore à la santé publique.

Catégories d'interventions de masse

Lors d'une urgence grave ou d'un sinistre, les interventions des organismes et des professionnels de la santé peuvent être divisées en trois classes selon qu'elles sont faites pendant, après ou avant la crise (tableau 1). Lors d'une situation urgente comme celle de Bhopal, par exemple, la place des intervenants santé **pendant la crise** est évidente:

- premiers secours et premiers soins;
- décontamination, triage, stabilisation, transport;
- traitement médical spécialisé et surspécialisé en milieu hospitalier;
- surveillance médicale des personnes exposées;
- support psycho-social des individus et des familles;
- information des individus et du public;
- évaluation du risque pour la population;
- participation à l'évacuation de la population.

Ce sont là autant de tâches urgentes qui revêtent un caractère nettement prioritaire et qui mobilisent toutes les énergies pendant les premières heures et souvent les premiers jours.

Après la crise, d'autres interventions sont faites par les professionnels et les organismes de santé. Le suivi médical des malades par les équipes de soins est encore important. Cependant, dans la phase post-accident, les services de santé publique prennent une place de plus en plus importante. En effet, immédiatement après la situation aiguë, il existe souvent une désorganisation importante des services publics usuels: alimentation en eau potable, égoûts sanitaires, électricité, transport, nourriture, autres. La population est encore sous le choc et de multiples risques sont donc présents. Les interventions propres à cette période sont les suivantes:

- identification détaillée de la population touchée et des groupes exposés;
- évaluation des besoins des sinistrés et des évacués;
- surveillance des risques d'épidémie (intoxications chimiques, maladies infectieuses)
- programmes d'aide à la récupération psychologique et sociale;
- évaluation globale des opérations et de l'organisation des services de santé;
- suivi épidémiologique à plus long terme.

Lors d'une situation aiguë, les intervenants santé, qu'ils soient du secteur curatif ou du secteur préventif sont carrément en première ligne. Ils jouent un rôle déterminant par rapport à l'évolution de la situation. Par exemple, une dispensation rapide des premiers soins sur le site et un triage efficace des blessés aura sans doute un impact déterminant sur la survie de plusieurs blessés et malades. De la même manière, une évaluation correcte du risque pour la santé au niveau de la population et la mise en place de mesures préventives comme l'évacuation, le confinement et certaines mesures de protection personnelle minimiseront l'impact de ces accidents au niveau de l'ensemble de la population.

Avant la crise, les organismes et les professionnels de la santé ont aussi un rôle important à jouer. Tout d'abord, compte tenu du caractère indispensable de leurs services lors d'un accident impliquant plusieurs blessés et malades réels ou potentiels, ceux-ci doivent être prêts à intervenir rapidement et efficacement. Au sein de leur organisation respective, ils doivent donc bâtir leur propre plan d'urgence pour être apte à faire face à des désastres externes. Leur plan d'urgence doit, de plus, s'intégrer aux plans d'urgence municipaux ou encore régionaux. Les deux secteurs complémentaires, soit le curatif et le préventif, doivent participer à cet exercice de planification de façon intégrée (figure 1).

Des activités de formation sont aussi indispensables pour les professionnels impliqués dans les mesures d'urgence: médecins, infirmiers(ères) et autres professionnels. Un entraînement pratique doit aussi être prévu à l'aide de simulations. Finalement, il est important que les intervenants santé participent à l'étude de la vulnérabilité de leur territoire: identification des risques spécifiques, des points chauds, des ressources disponibles. C'est en effet là un bon moyen de se préparer davantage à faire face aux situations les plus probables et aussi de favoriser la mise en place de mesures de prévention à la source.

Applications concrètes au Québec

Heureusement, jusqu'à maintenant au Québec, il n'y a pas eu désastres majeurs d'origine technologique tels que ceux de Bhopal et même de Missis

sauga. Cependant, il y a eu des accidents chimiques plus mineurs, impliquant du chlore, des BPC, du styrène et autres produits. Il y a eu plusieurs accidents écologiques ou environnementaux importants qui indiquent que le Québec n'est pas vraiment à l'abri de telles situations.

Il y a deux types d'accidents possibles impliquant des substances chimiques qui peuvent avoir un impact majeur sur la santé des travailleurs et de la population générale, les **accidents dans les établissements industriels** et les **accidents reliés au transport de matières dangereuses.** Dans les deux cas, ces accidents peuvent être accompagnés de déversement ou encore de fuite de produits toxiques et aussi d'incendie et d'explosion. Dans les deux cas, les propriétaires de l'entreprise et le transporteur ont un rôle majeur à jouer pour limiter les dégats en situation d'urgence. C'est particulièrement vrai dans des établissements industriels à risque élevé: industrie chimique et autres industries manufacturières lourdes. Toutefois, lorsque l'accident déborde de façon évidente les limites de la propriété ou de l'entreprise concernée et touche la population, les services publics, incluant ceux de la santé, doivent être impliqués. Ici au Québec, les principaux services de santé concernés sont les services de santé d'entreprise, les départements d'urgence, les centres régionaux de coordination des urgences, les départements de santé communautaire, les centres locaux de services communautaires, les services médicaux privés.

Lors de telles situations d'urgence, les **responsabilités** des professionnels et des organismes de santé au Québec comme ailleurs peuvent être classifiées de la façon suivante:

1) planification, organisation et gestion des services d'urgence autant sur les lieux qu'en milieu hospitalier, ceci pour les services curatifs et pour les services préventifs;
2) prestation des soins appropriés aux malades et aux blessés;
3) expertise-conseil auprès des responsables gouvernementaux et des autres intervenants;
4) surveillance de la population;
5) information des individus et du public en général.

Il s'agit là d'un rôle complémentaire indispensable qui doit s'intégrer aux plans de protection civile, particulièrement au niveau municipal.

TABLEAU 1

RESPONSABILITES PROPRES AU SECTEUR SANTE

LORS D'UNE SITUATION D'URGENCE (ACCIDENT CHIMIQUE)

Avant l'accident

- étude de la vulnérabilité du territoire;
- planification et organisation des mesures d'urgence;
- formation du personnel;
- entraînement à l'aide de simulations;
- évaluation et révision périodique du plan d'urgence.

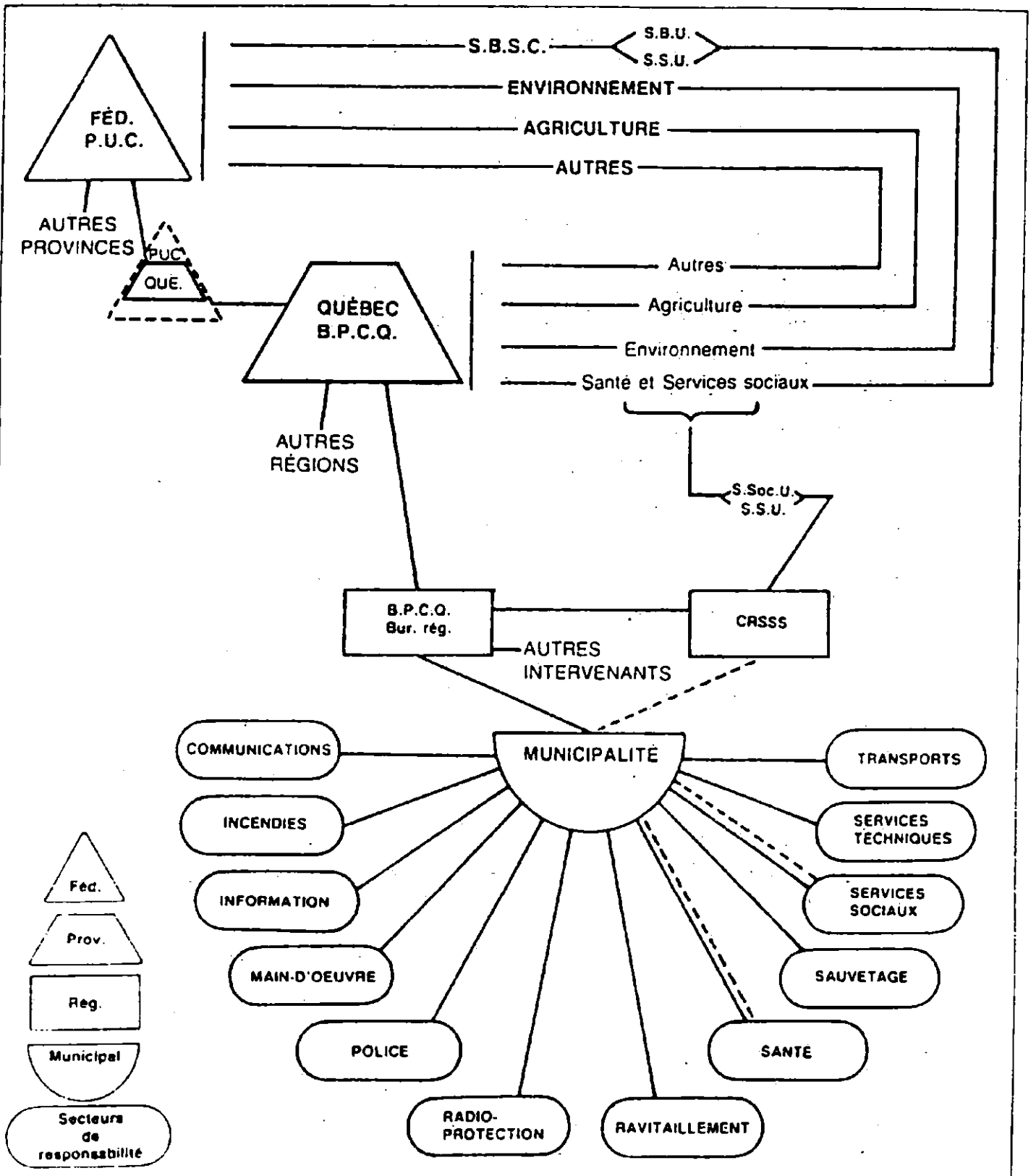
Pendant l'accident

- premiers secours et premiers soins;
- triage, décontamination, stabilisation, transport;
- traitement médical spécialisé;
- surveillance médicale des personnes exposées;
- programmes de prévention et de protection personnelle;
- évaluation du risque pour la population;
- participation à l'évacuation de la population, s'il y a lieu;
- support psycho-social des individus et des familles;
- information en matière de santé.

Après l'accident

- identification de la population et des groupes exposés;
- évaluation des besoins;
- surveillance des risques d'épidémie;
- évaluation globale de l'organisation des services de santé;
- suivi épidémiologique, s'il y a lieu.

ORGANISATION DES MESURES D'URGENCE
LIGNES DE COMMUNICATIONS



P U C = Planification d'urgence Canada
S B S C = Santé Bien-Être social Canada
B P C Q = Bureau de la protection civile du Québec
S B U = Services de bien-être d'urgence
S S U = Services de santé d'urgence
S Soc U = Services sociaux d'urgence
CRSSS = Conseil régional de la santé et des services sociaux

Gouvernement du Québec
Ministère de la Santé et
des Services sociaux

Avril 1986

A I D E - M E M O I R E

ACTIVITES DU PROFESSIONNEL EN SANTE PUBLIQUE

LORS D'UNE SITUATION D'URGENCE ENVIRONNEMENTALE

1. Réception de l'appel

Collecte d'informations préliminaires
Recommandations immédiates
Demandes d'informations supplémentaires, s'il y a lieu
Appel CAP et CTQ (si non appelé)
Information réseau santé (m.d., DSC, CLSC, autres)

2. Visite des lieux

Contact avec le gérant du site
Contact avec le responsable du triage (s'il y a lieu)
Observation et documentation du site

3. Cueillette des données environnementales

Circonstances de l'accident
Lieux: topographie, distances, sources d'eau, caractéristiques
Substance(s) en cause
Quantités déversées
Degré de contamination du milieu: eau, air, sol
Concentrations retrouvées ou prévisibles
Conditions météorologiques

4. Cueillette des données sur la population

Nombre de personnes malades ou blessées
Nombre de personnes exposées
Groupes à risques: écoles, hôpitaux, centres d'accueil, travailleurs
Localisation de la population
Services médicaux disponibles
Etat d'anxiété de la population

5. Cueillette de données toxicologiques

- Accéder aux sources suivantes:

  CANUTEC (1-613-992-4624)

  Guide des déversements des produits dangereux (Environnement Canada)

  Enviroguide (Environnement Canada)

  Centre de toxicologie du Québec (418-654-2254)

  Centre antipoison du Québec (1-800-463-5060)

  Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail (1-800-963-8276)

  CSST (418-643-3648)

- Normes en vigueur

- Principaux effets en rapport avec les concentrations

- Mesures de traitement et de prévention

6. Prise de décisions

Evacuation

Protection et surveillance des travailleurs (sur le site)

Surveillance des personnes exposées

Mesures de protection personnelle

Mise sur pied d'un centre de services communautaires (médico-psycho-sociaux)

Mise sur pied d'un registre de population

Information du public

Réalisation d'un suivi épidémiologique

PARTIE 2

L'INCENDIE DE ST-BASILE-LE-GRAND

Par

Alain Poirier, m.d.

Département de santé communautaire

Hôpital Charles-Lemoyne

Novembre 1988

L'INCENDIE DE ST-BASILE-LE-GRAND

L'incendie d'un entrepôt de BPC à St-Basile-le-Grand le 23 août dernier, nous permet d'illustrer par l'événement et son contexte, la réponse organisationnelle du réseau de santé.

Les différentes composantes comme les services médicaux et psychosociaux, la communication, le support logistique, la santé et sécurité des travailleurs, l'analyse de risques seront sommairement décrits en faisant ressortir les forces et faiblesses de l'organisation.

La structure du système de santé publique, l'implication politique, les coûts du manque de préparation constituant certains éléments pour comprendre le passage de la théorie à la pratique en terrain québécois.

LES CONTAMINANTS DE L'ALIMENTATION:

le cas des pesticides et des BPC

J.-C. PANISSET, D.M.V., Ph.D.

L'alimentation constitue probablement la partie chimique la plus complexe de l'environnement de l'être humain. Les aliments contiennent, par exemple, de nombreux mutagènes ou cancérogènes d'origine naturelle qu'on retrouve, entre autres, dans le maïs, les tisanes, les arachides, le céleri, les fraises et dont la signification toxicologique n'est pas encore très claire. On sait cependant que l'alimentation contribue largement au taux *background* de cancer dans toute population et qu'il est modulé par les diverses habitudes alimentaires.

Les aliments peuvent également être contaminés par des métaux ou par de nombreux composés organiques de synthèse utilisés dans la production alimentaire, comme les pesticides, ou encore ceux qui sont libérés dans l'environnement à partir de déchets industriels de toutes sortes, et qui sont captés par la chaîne alimentaire et transférés à l'être humain par l'ingestion, comme par exemple les BPC.

Lorsqu'on parle de contamination de l'alimentation par les produits chimiques, qu'ils soient d'origine "naturelle", environnementale ou industrielle, il faut savoir apprécier dans un contexte scientifique la véritable toxicité des contaminants. Cette évaluation objective est difficile lorsqu'on parle de pollution ou de contamination chimique qui suscite malheureusement plutôt l'émotion, le sensationnel et le scandale.

Les BPC, comme d'ailleurs certains pesticides organochlorés, moins utilisés maintenant, sont des produits chimiques très stables, utilisés durant de nombreuses années dans les pays industrialisés et en voie de développement, qui se sont accumulés dans l'environnement et du fait même par la chaîne alimentaire, dans plusieurs espèces animales, dont l'être humain.

La principale voie d'entrée des BPC et des pesticides (l'exposition professionnelle exclue) dans l'organisme est la voie digestive par le contact avec les aliments et l'eau contaminée. L'inquiétude que soulèvent les résidus de pesticides et de BPC, en tant que menace pour la santé humaine, tient surtout au fait que certains sont des mutagènes et des cancérogènes, chez les animaux d'expérience, et qu'ils provoquent des changements dans les mécanismes de reproduction de plusieurs espèces animales.

A cause de leurs propriétés toxiques et de leur capacité de persister et de s'accumuler dans la chaîne alimentaire et dans l'organisme chez les animaux et l'homme (tissu adipeux, foie, muscle), les agences gouvernementales de protection de la santé ont déterminé pour les BPC et les pesticides des normes de tolérance établies à partir d'études expérimentales faites chez l'animal, déterminant la dose sans effet (*no effect level*). En prenant 1% de cette dose sans effet chez l'animal, on obtient la dose journalière admissible (D.J.A.) pour la

consommation. Celle-ci, considérée pour une absorption prolongée comme la dose quotidienne d'un produit chimique, dont l'ingestion pendant la vie entière apparaît en fonction de tous les faits actuellement connus, dépourvue de risques. Cette démarche toxicologique permet d'assurer l'innocuité des aliments pour le consommateur et de lui assurer la sécurité alimentaire.

La contamination des aliments par les BPC et les pesticides prend deux formes: 1° à long terme, une faible concentration résultant de la diffusion graduelle dans l'environnement et 2° à court terme, une concentration pouvant être plus élevée, originant d'une application directe ou d'un accident écologique.

On doit se rappeler que trois facteurs déterminent à quel degré une contamination alimentaire peut être dommageable pour la santé humaine:

1) la quantité de produits dans les aliments;

b) la quantité de produits alimentaires contaminés ingérée;

c) la toxicité du contaminant.

Les analyses des contaminants et les programmes de surveillance de la qualité des aliments, par les ministères de l'Agriculture, montrent que ceux-ci sont contaminés de façon très diverse par les pesticides et que les niveaux de contamination sont en général très faibles. Pour les BPC, on les trouve en général à des niveaux résiduels

très bas dans certains aliments cibles, comme le poisson, le lait ou la viande volaille liés à leurs propriétés lipophiles.

Pour obtenir la sécurité alimentaire, il faut absolument continuer d'appliquer des méthodes de surveillance sévères, s'assurer de bonnes pratiques agricoles pour l'utilisation rationnelle des pesticides et leur recherche d'alternatives rentables.

Pour ce qui est des BPC, un choix judicieux et varié de nos aliments peut contribuer à réduire le risque alimentaire qu'ils représentent.

Bien sûr, de nombreuses questions importantes soulevées par la contamination alimentaire restent en suspens. L'intensification de la recherche toxicologique et le raffinement des méthodes d'évaluation du risque continueront à améliorer le degré d'innocuité de nos aliments.

CONTAMINATION DE L'EAU POTABLE PAR LES MICROPOLLUANTS AU QUEBEC

Pierre Ayotte, Ph. D.

Direction des eaux souterraines et de consommation
Ministère de l'Environnement du Québec

C'est en mai 1985 que le Ministère de l'Environnement du Québec débutait son programme d'analyse des micropolluants organiques dans les eaux brutes et les eaux traitées de dix-huit (18) municipalités du Québec desservant en eau potable près de 2,5 millions de personnes. Ce programme vise l'identification des contaminants organiques qui sont le plus susceptibles de porter atteinte à la santé publique.

À l'été 1987, nous avons recherché une cinquantaine de composés organiques dans les échantillons d'eau brute, d'eau traitée prélevée à la sortie des usines et d'eau traitée provenant des réseaux de distribution. Les familles de paramètres suivantes étaient représentées: hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), composés organiques volatils, insecticides organo-phosphorés, herbicides de la famille des triazines et de la famille des acides aryloxy.

Les HAP n'ont pas d'utilisation en industrie. Le plus grand apport de ces composés à l'environnement est imputable aux procédés industriels fonctionnant à des températures élevées comme la production du coke, de l'asphalte, du goudron, le raffinage du pétrole. Les résultats d'analyse des HAP montrent que les eaux brutes contiennent dans certains cas des concentrations quantifiables de HAP. Les systèmes de traitement semblent toutefois efficaces pour réduire leurs concentrations. Les résultats d'analyse des échantillons provenant des réseaux de distribution des municipalités suggèrent toutefois que les canalisations introduisent des HAP dans l'eau potable. Les concentrations retrouvées depuis le début du programme varient de <1 à 288 ng/l pour la somme de six HAP représentatifs.

Des échantillons ont été prélevés à quatre points différents sur six réseaux de distribution. On a noté une grande variabilité de la concentration totale des six HAP représentatifs pour un même réseau, les concentrations variant par exemple pour une même municipalité entre 13,6 et 308 ng/l, pour des échantillons prélevés le même jour. Le benzo (a) pyrène est le seul HAP pour lequel Santé et Bien-être social Canada recommande une concentration maximale acceptable (10 ng/l); ce composé n'a été détecté que deux fois depuis le début du programme, à

une concentration inférieure à 3 ng/l. L'eau potable ne représenterait pas une voie importante d'exposition aux HAP, aux concentrations habituellement rencontrées (moins de 1% de l'exposition totale).

Les composés organiques volatils détectés le plus fréquemment à l'eau traitée sont les trihalométhanes, des sous-produits issus de la chloration des eaux. Suivent ensuite le tétrachloroéthylène, le dichlorométhane, le toluène, le 1,1,1- trichloroéthane et le trichloroéthylène. Ces derniers sont des produits ayant diverses applications en industrie: solvant dans le nettoyage à sec, pour le dégraissage des métaux, dans les aérosols, les colles, etc. À l'exception des trihalométhanes, les concentrations mesurées sont faibles, dans la plupart des cas inférieures à 1 µg/l. Pour les trihalométhanes, les concentrations rencontrées depuis le début du programme varient entre 1,6 et 215,6 µg/l. La norme du Règlement sur l'eau potable en vigueur au Québec est de 350 µg/l.

Les pesticides retrouvés dans l'eau de consommation depuis le début du programme sont l'atrazine, la simazine et la cyanazine de la famille des triazines et le 2,4-D ainsi que le MCPA de la famille des acides aryloxy. L'atrazine, un herbicide utilisé dans la culture du maïs, est le pesticide détecté le plus souvent dans l'eau traitée et dont les concentrations mesurées sont les plus élevées (maximum: 1,91 µg/l). La recommandation intérimaire de Santé et Bien-être social Canada pour l'atrazine est de 60 µg/l.

Les résultats des campagnes d'échantillonnage effectuées à ce jour montrent que plusieurs micropolluants sont présents dans les eaux de consommation au Québec. Les concentrations retrouvées sont souvent infimes (< 1 µg/l) et voisines du seuil de détection des méthodes analytiques. De plus, dans plusieurs cas, on constate que l'apport de l'eau potable à l'exposition totale est faible comparativement aux autres sources comme l'air ou l'alimentation. Les trihalométhanes représentent l'exception à cette règle. Nous prévoyons exercer une surveillance accrue de ces sous-produits de la chloration et suggérer au besoin des correctifs aux méthodes de traitement de l'eau potable.

CONTAMINATION DU LAIT MATERNEL HUMAIN: ASPECTS ÉPIDÉMIOLOGIQUES

(RÉSUMÉ)

Éric Dewailly, m.d.

Département de santé communautaire du CHUL

Centre de Toxicologie du Québec

L'étude de la contamination du lait maternel par des toxiques environnementaux présente deux grands intérêts pour la santé publique. Cette surveillance permet tout d'abord d'établir un portrait de l'imprégnation d'une population à certains toxiques spécifiques et ce, en urgence ou sur une base continue. D'autre part le lait maternel constitue l'aliment principal d'environ 40 000 nourrissons. La connaissance de la qualité toxicologique du lait est donc essentielle et permet d'effectuer des analyses de risques qui peuvent guider les responsables publics de la santé et de l'environnement.

1. Que peut-on surveiller?

Essentiellement, le lait maternel est un excellent milieu pour mesurer les substances toxiques liposolubles et en particulier les composés organochlorés dont principalement: HCH, HCB, Eldrine, DDT, BPC et PCDD, PCDF.

Ces substances se retrouvent exclusivement dans la partie lipidique du lait (3 à 4%) et sont alors concentrées 200 fois plus que dans le sang. Cette concentration importante rend accessible ce type d'analyse à de nombreux laboratoires.

2. La surveillance épidémiologique

Le portrait d'imprégnation à des toxiques d'une population humaine permet de mettre en évidence des différences régionales ou internationales et de suivre une tendance dans le temps, reflet de la dégradation ou de la restauration de notre écosystème.

L'utilisation de techniques analytiques standardisées, la facilité pour obtenir des prélèvements et l'homogénéité du groupe visé (femmes de 20 à 35 ans) ont permis la multiplication des études dans le monde et leurs comparaisons. Le Canada et le Québec présentent des taux comparables à ceux observés dans les pays industrialisés, cependant, la population Inuit pose un problème particulier.

Par rapport aux dosages sanguins ou aux prélèvements et analyse de graisse, les études sur le lait maternel ont l'inconvénient cependant de considérer un groupe humain trop homogène. La principale conséquence est la limitation de la recherche de certains facteurs environnementaux impliqués comme source de contamination (pesticides agricoles en usage professionnel, emplois industriels et BPC etc.). De plus, la comparaison hommes/femmes et les tendances en fonction de l'âge ne peuvent être étudiées. Enfin quelques problèmes éthiques doivent être envisagés concernant la diffusion des résultats.

3. Risques pour le nourrisson

La qualité du lait maternel ne fait l'objet d'aucun règlement ni contrôle, seules quelques recommandations variables selon les pays ont été émises.

Les recommandations reposent le plus souvent sur des analyses de risques et se traduisent en Doses Journalières Acceptables (DJA). A l'aide de l'exemple sur les BPC, PCDD et PCDF, nous illustrerons cette démarche à partir des données recueillies au Québec. Les recommandations de santé publique seront ensuite discutées.

Les normes: Mythes et réalités

Albert J. Nantel

Il vous est certainement tous arrivé soit lors de vos études, dans le cadre de votre travail ou, plus simplement en lisant le journal ou en regardant la télévision, de réaliser que ce que vous mangez, buvez, utilisez, entendez ou regardez est soumis à une norme. Ceci peut aller de la teneur en gras de votre crème glacée, au mode de construction de votre téléviseur, au degré d'inflammabilité de vos rideaux, à la distance entre les poutres dans votre mur, au nombre de BTU que libère votre chaufferette, au bruit produit par la motocyclette qui passe dans la rue, qu'à la quantité de plomb dans l'eau du robinet ou de monoxyde de carbone dans l'air extérieur. En fait, nous vivons dans une société super-réglementée où les gens, loin de se sentir brimés dans leur liberté à la vue de cette multitude de lois, de règlements et de normes, se sentent, au contraire, mieux protégés.

Il existe toutes sortes de normes:

- des normes volontaires
- des normes obligatoires
- des normes temporaires
- des normes permanentes
- des normes d'urgence
- des normes édictées par des organismes privés
- des normes gouvernementales.

L'industrie, en effet, préfère parfois établir ses propres normes et en assurer l'application, plutôt que de s'en remettre aux organismes gouvernementaux.

Par ailleurs, chaque palier de gouvernement est susceptible de promulguer des normes dans chacun de ses champs de juridiction. Il n'est donc pas impossible de se retrouver avec des normes différentes dans un même domaine dépendant où l'on vit.

Pour compliquer encore plus la situation, certains organismes tant publics que privés se sont vu accorder ou se sont accordés le mandat d'établir des critères devant servir de balises à l'établissement des normes. Par définition, des critères comportent des facteurs descriptifs devant être pris en considération lors de l'établissement de normes. A l'opposé les normes sont des valeurs prescriptives qu'une autorité désignée promulgue et implémente. Une norme implique donc un élément obligatoire et le refus de s'y conformer peut entraîner une pénalité. Selon W.W. Lowrance, on peut retrouver divers types de normes: (Figure 1)

- Normes d'exposition individuelles
  (ex. exposition aux radiations ionisantes)
- Normes de composition ambiante
  (ex. normes de qualité de l'eau)
- Normes de fabrication (ex. ceintures de sécurité)
- Normes de performance d'un produit

(ex. émissions du système d'échappement des automobiles)

- Pratiques de travail (ex. heures de travail des contrôleurs de l'air dans les aéroports)
- Normes de publicité (ex. publicité sur les médicaments et les cosmétiques)
- Normes d'emballage et d'étiquetage
  (ex. contenants à l'épreuve des enfants).

Contrairement aux critères qui ne s'appuient en général que sur des paramètres objectifs d'appréciation des risques en vue de la protection des individus et/ou des populations, les normes impliquent théoriquement du moins, un choix social.

C'est ainsi qu'à partir des mêmes critères, divers organismes gouvernementaux peuvent établir des normes différentes. (Figure 2). L'établissement de critères sur les doses quotidiennes acceptables (acceptable daily intake) par l'O.M.S. représente un bon exemple. Chaque pays peut définir ses propres normes à partir des ces critères.

Si l'on s'en tient précisément au secteur des normes environnementales, les critères seront établis à partir d'un processus d'identification, d'analyse et d'évaluation du risque.

En théorie tout au moins, les méthodes utilisées seront d'ordre scientifique et technique et viseront à quantifier le plus précisément le niveau de risque imputable par exemple à un contaminant. (Figure 3).

Les quatre grandes étapes de cette évaluation impliquent:

1. De définir les conditions d'exposition
2. D'identifier les effets néfastes
3. De relier le niveau d'exposition aux effets
4. D'apprécier le risque global.

La définition d'une norme, par ailleurs, pourra prendre en considération d'autres facteurs tels l'analyse de risques/bénéfices; de coûts bénéfices; de faisabilité sur le plan technique; de perception sociale; d'acceptabilité comparative du risque; etc. (Figure 4). Certaines de ces approches (ex. analyse de coûts/bénéfices peuvent s'appuyer sur des études objectives et quantitatives. D'autres, par ailleurs (ex. acceptabilité sociale du risque) sont purement d'ordre subjectif. Dans certains cas, la méthode utilisée s'apparente plus à la révélation (inspiration divine ou surnaturelle), à l'intuition ou à l'extrapolation subjective qu'à l'analyse objective.

Dans ce processus d'appréciation du degré d'acceptabilité du risque, plusieurs facteurs vont pondérer de façon significative la

Dans ce processus d'appréciation du degré d'acceptabilité du risque, plusieurs facteurs vont pondérer de façon significative la perception du public en regard du niveau de sécurité qui sera exigé. (Figure 5). Par exemple, le risque est-il imposé ou volontaire; immédiat ou différé, bien défini ou vague; nécessaire ou superflu; limité au milieu de travail ou non; appliqué à toute la population ou seulement aux personnes particulièrement sensibles; etc.

Il faut dire cependant que dans la vie courante, peu d'organismes se donnent même la peine de procéder à cette étape de l'évaluation sociale de la norme. Même s'ils ne l'avouent pas directement, la majorité des organismes qui proposent des critères en vue de l'établissement d'une norme vont prendre en considération des facteurs de coûts, de faisabilité technique ou de risques comparatifs. (Figure 6). Ainsi, les organismes qui établissent la réglementation peuvent utiliser directement ces critères sans consultations supplémentaires. Dans bien des cas, la décision d'utiliser cette valeur critère directement ou après l'application d'un facteur de sécurité supplémentaire, se prend plus ou moins secrètement dans le bureau d'un fonctionnaire. Ceci explique pourquoi il est souvent impossible de retracer l'origine exacte d'une norme tout à fait officielle et appliquée avec rigueur.

Pour bien comprendre toutes les étapes qui peuvent être requises en vue d'établir une norme nous allons analyser la procédure suivie par l'Environmental Protection Agency (EPA) aux Etats-Unis pour établir la norme de concentration de huit substances volatiles organiques synthétiques dans l'eau de consommation. Cet exemple est intéressant du fait que l'EPA est l'un des rares organismes gouvernementaux qui possède l'entière responsabilité d'identifier un risque environnemental, de l'analyser, de le prioriser, de l'évaluer, d'en établir les critères et de promulguer une norme. On peut donc ainsi en suivre toutes les étapes et identifier les éléments scientifiques et objectifs, moins scientifiques et subjectifs ou purement spéculatifs, légaux, sociaux, politiques ou historiques.

Il faut cependant mentionner l'impact persistant de la clause Delaney introduite au Congrès américain en 1958 et qui stipule qu'aucun additif alimentaire ne peut être autorisé par le FDA s'il est susceptible de causer un cancer chez l'homme ou l'animal. (Figure 7).

L'EPA a donc procédé à l'évaluation de l'ADI (Acceptable Daily Intake) c'est-à-dire la dose qui peut être absorbée durant toute une vie sans que l'on puisse anticiper de risque pour les humains. (Figure 8). Cette évaluation se fait à partir de toutes les données toxicologiques disponibles sur la substance chimique impliquée.

Le NOAEL (No Observed Adverse Effect Level) est établi à partir de l'effet le plus sensible du système étudié (le plus souvent chez l'animal, mais parfois chez l'homme) puis un facteur de sécurité ou d'incertitude est appliqué à la dose NOAEL afin d'en dériver un niveau sécuritaire pour la population en général. Les calculs sont ensuite faits pour tenir compte du poids moyen des individus, du volume d'eau ingéré chaque jour, ainsi que des autres sources d'exposition.

Comme la courbe dose-réponse ne peut être établie en fonction d'une exposition faible, chez l'humain, durant toute une vie, certaines extrapolations doivent être faites. Ces extrapolations varient selon qu'il existe ou non une possibilité d'établir une dose toxique seuil. (Figure 9). Dans le cas des substances cancérigènes, un tel seuil ne peut être démontré de façon concluante. Cependant, même pour les substances qui possèdent un seuil toxique, celui-ci ne peut pas toujours être démontrable expérimentalement pour une exposition à faible dose durant toute une vie chez l'humain. On doit donc s'accorder une marge de sécurité. La Figure 10 de la publication de J.A. Cotruvo l'illustre bien.

Le facteur d'incertitude utilisé tient compte de la qualité des connaissances scientifiques disponibles. Meilleures elles sont, moins le facteur d'incertitude ou de sécurité est élevé. Il varie généralement entre 10 et 1000.

En ce qui concerne les substances dont on ne peut établir un seuil d'activité toxique (nonthreshold toxicants) une autre approche est utilisée. On doit, en général, utiliser un modèle mathématique de façon à pouvoir extrapoler le risque pour les niveaux d'exposition les plus bas. Le choix du modèle utilisé peut influencer grandement le résultat. (Figure 11). L'EPA a classifié les contaminants cancérigènes comme l'IARC en catégories A,B,C,D et E selon le degré d'évidences disponibles. (Figure 12). Cet organisme gouvernemental doit d'abord établir un critère ou objectif basé sur des critères de santé; c'est le Maximum Contaminant Level Goal (MCLGs). Par la suite, il établit la norme ou Maximum Contaminant Level (MCL).

La Figure 13 illustre les valeurs de MCLGs et de MCL retenues pour les huit contaminants organiques volatils choisis. Comme on peut le constater, les MCLGs des substances classifiées comme certainement ou probablement cancérigènes sont égales à zéro. Par ailleurs, les MCL ont été calculées en prenant en considération la faisabilité technique et les coûts inhérents. Le niveau de risque est alors évalué à une valeur qui se situe entre 10^{-4} et 10^{-6}, ce qui est jugé suffisant pour protéger la santé publique. (Figure 14)

Il est aussi intéressant de comparer des normes établies par deux organismes officiels américains différents pour se rendre compte que le niveau de risque dit acceptable peut varier considérablement. La Figure 17 compare la norme du FDA pour l'aflatoxine B_1 à celle du CDC pour le niveau de TCDD dans le sol. Le niveau de tolérance pour l'aflatoxine, une toxine naturelle de certains aliments comme l'arachide semble beaucoup plus élevée que pour un contaminant chimique comme la dioxine.

Pour terminer, j'aimerais vous laisser avec deux citations qui illustrent bien la complexité du problème d'interface entre l'aspect scientifique et l'aspect socio-politique des normes. La première (Figure 18) est tirée d'un éditorial de la revue Regulatory Toxicology and Pharmacology de septembre 1988 et la deuxième (Figure 19) d'un document de travail du Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail de 1988 qui cite une déclaration du Dr Peter Infante.

BIBLIOGRAPHIE

William W. Lowrance
Of Acceptable Risk.
Science and the determination of safety. William Kaufmann, Inc. 1976

Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail
Canadian Occupational health standards: A discussion paper. 1988

Editorial
Waiting for the matchmaker: De Minimis and drinking water standards.
Reg. Toxicol. Pharmacol. 8: 253-56, 1988

Richard Wilson
Measuring and comparing risks to establish a De Minimis Risk level.
Reg. Toxicol. Pharmacol. 8: 267-82, 1988

Joseph A. Cotruvo
Drinking standards and risk assessment
Reg. Toxicol. Pharmacol. 8: 288-299, 1988

Robert W. Kates
Risk assessment of environmental hazard
Scope 8. John Wiley and Sons, 1978

Frank C. Lu
Acceptable daily intake: Inception, Evolution and Application
Reg. Toxicol. Pharmacol. 8: 45-60, 1988

Edward J. Calabrese
A comparison of how the United States and Canada set drinking water regulations
Reg. Toxicol. Pharmacol. 3(4): 417-427, 1983

Autres références pertinentes

Bertram D. Dinman
The reality and acceptance of risk
JAMA, 244: 1226-28, 1980

Jeffrey Tanberman
An overview of risk-benefit analysis in environmental law.
The Environmental Professional, 3: 217-23, 1981

Jack E. Peterson
The philosophy of occupational safety and health regulation.
Amer. Ind. Hyg. Ass., 49: 137-42, 1988

J.C. Munron and D.R. Krewski
Risk assessment and regulatory decision-making
Food Cosmet. Toxicol., 19: 549-60, 1981

T.R. Lee
Perception of risk
Proc. R. Soc. London 376:5-16, 1981

Thomas H. Moss
Risk analysis in public policy decision.
The Environmental Professional. 3: 197-99, 1981

Trevor A. Klety
What risk should we run?
New Scientist: 320-22, May 12, 1977

Lord Ashby
The subjective side of assessing risk
New Scientist: 398-400, May 19, 1977

Emmanuel Somers
Risk assessment for environmental health.
Canadian J. Public H. 70: 388-92, 1979

Standards may be of several types:

Personal exposure standards (example: radiation exposure standards, noise limits)

Ambient composition standards (water quality standards)

Product design standards (seat belt specifications, railroad car coupler standards)

Product composition standards (food composition standards, pewter alloy standards)

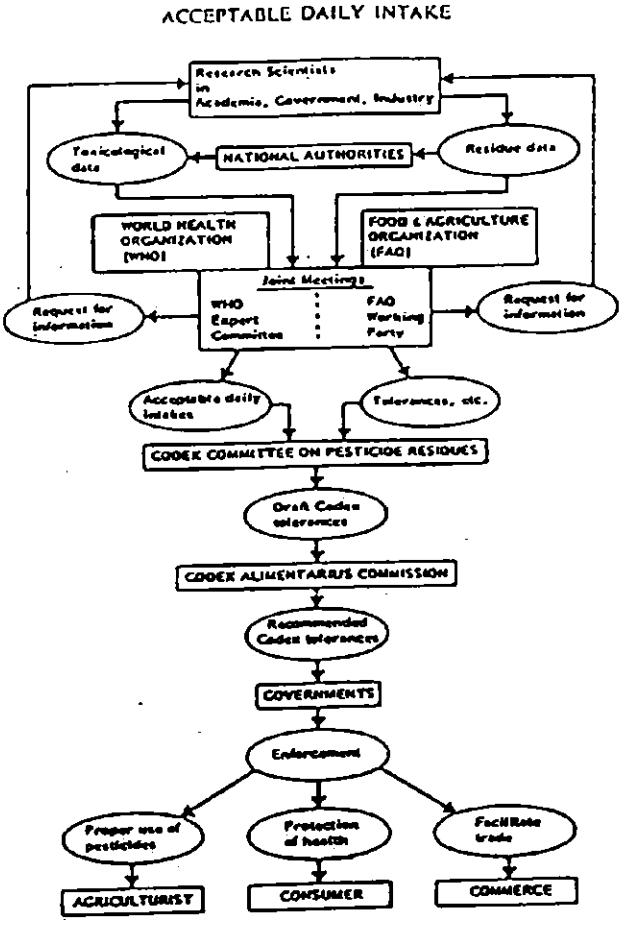
Product performance standards (automotive emission standards, mattress flammability limits)

Work practice standards (limitations on air traffic controller work hours, factory temperature standards)

Promotional claims standards (drug and cosmetic advertising standards)

Packaging standards (childproof pill-package standards, standards for construction of pressurized gas cylinders).

Figure 1



RELATIONSHIP BETWEEN THE VARIOUS ORGANIZATIONS CONCERNED WITH THE EVALUATION AND CONTROL OF PESTICIDE RESIDUES

FIG. 1. The relationship among research scientists, the Joint Meeting on Pesticide Residues, the Codex Alimentarius Commission and the national authorities, as well as their impact on the consumer and others.

Figure 2

1. Define the conditions of exposure;
2. Identify the adverse effects;
3. Relate exposure with effect;
4. Estimate overall risk.

Figure 3

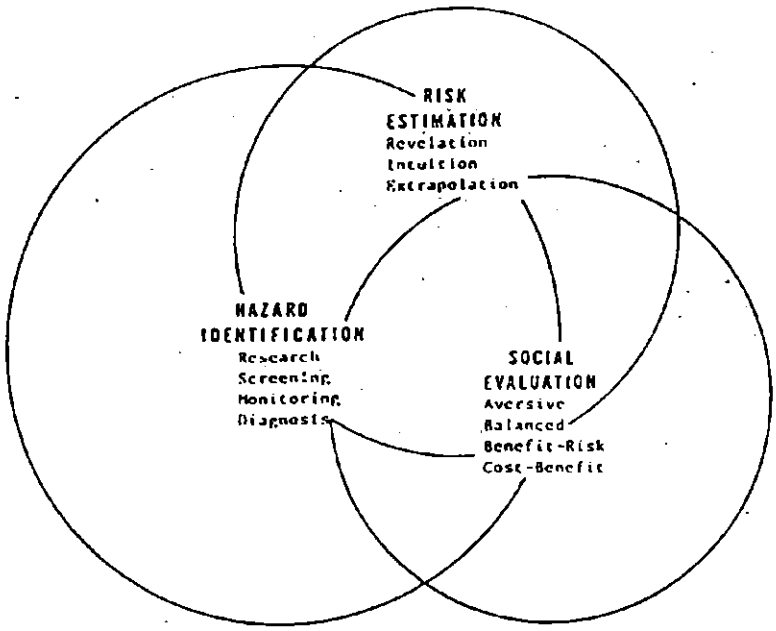


Figure 2.1 Risk assessment elements

Figure 4

An Array of Considerations

Figure 3-1. An array of considerations influencing safety judgments

Risk assumed voluntarily	———	Risk borne involuntarily
Effect immediate	———	Effect delayed
No alternatives available	———	Many alternatives available
Risk known with certainty	———	Risk not known
Exposure is an essential	———	Exposure is a luxury
Encountered occupationally	———	Encountered non-occupationally
Common hazard	———	"Dread" hazard
Affects average people	———	Affects especially sensitive people
Will be used as intended	———	Likely to be misused
Consequences reversible	———	Consequences irreversible

ACGIH, on the other hand, has, in the past, had heavy involvement with industry, and economic considerations played an influential role in the setting of exposure standards. Indeed, the standard setting process of ACGIH seemed to focus on weighing the degree of risk that exposure involved with the cost to industry of introducing control procedures which would reduce the exposure levels. In discussing the role of industry in this process, Stokinger, one of the key people involved, wrote the following (Stokinger, 1970):

> . . . Plant industrial physicians and engineers are making observations on the workers and their workplace environment. Some TLVs so derived have been based on a decade or two of industrial experience. . . . Clearly, such procedures can yield indisputable data on which realistic TLVs can be derived, unsurrounded by that uncertainty and doubt which requires the incorporation of large safety factors, leading to wasteful overengineering of plant processes.

The clear influence of the economic considerations is brought home when he continues by claiming that

> . . . [TLVs] provide safety without overprotecting the worker or overengineering the plant processes, practices which private enterprises can afford only at the expense of the consumer public which pays the increased cost of their product.

FIGURE 6

The Delaney principle. This principle, part of an amendment to the Food and Drug Act introduced in 1958 by Congressman James J. Delaney, requires that "no [food] additive shall be deemed to be safe if it is found . . . after tests which are appropriate for the evaluation of the safety of food additives to induce cancer in man or animal."[7]

FIGURE 7

The ADI is computed by multiplying the experimental NOAEL (in milligrams per kilogram per day) by the reference weight of a typical adult (70 kg) and dividing by the safety (uncertainty) factor:

ADI (mg/person/day) = NOAEL (mg/kg/day)
× 70 (kg/person)/safety (uncertainty) factor.

Because an ADI is intended to account for total daily intake of the toxicant, inhalation and food intake as well as water should be accounted for when attempting to arrive at the maximum drinking water level or the adjusted ADI for drinking water at the maximum drinking water level considering only health factors. Thus, in the optimum case when such information is available, the daily uptake from air and the daily intake from food (if 100% uptake is assumed) should be subtracted from the ADI. Finally, for the determination of the acceptable drinking water concentration value, the assumption in the United States is that adults consume 2 liters of water per person per day; thus, the final value should be divided by a factor of 2:

drinking water target (mg/liter) = ADI (mg/day) − inhalation (mg/day)
− food (mg/day)/(2 liters/day)

FIGURE 8

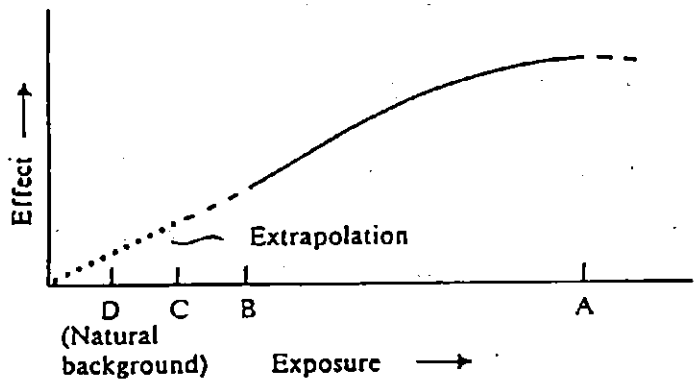


Figure 2-9. Generalized exposure-effect curve, showing extrapolation to low levels.

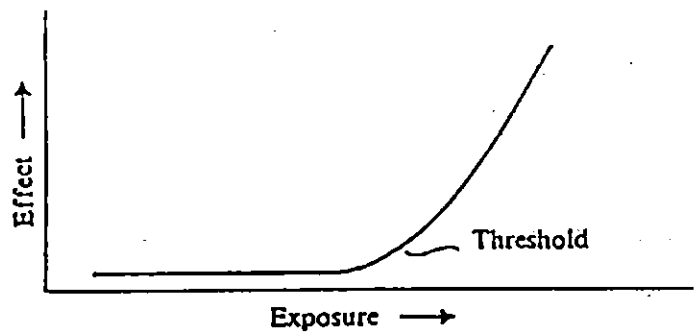


Figure 2-10. Generalized exposure-effect curve, showing threshold effect.

FIGURE 9

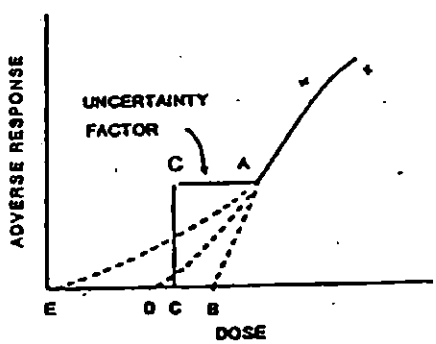


FIG. 1. General illustration of a process for the calculation of an ADI for a particular substance.

FIGURE 10

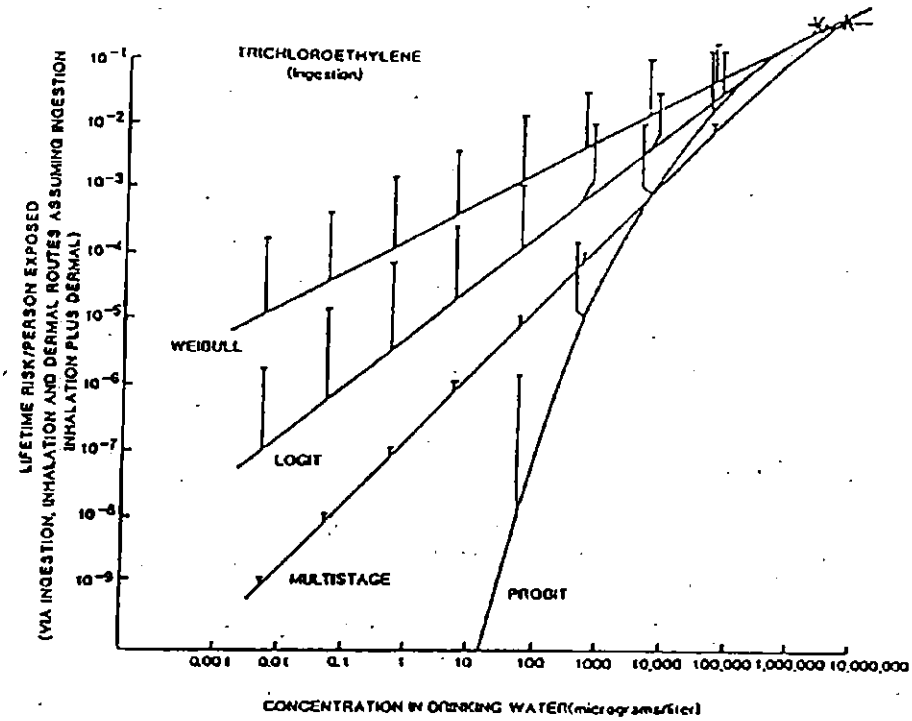


FIG. 2. Sample risk extrapolations for trichloroethylene using four different models (calculations by R. Cothern).

FIGURE 11

USEPA QUALITATIVE ASSESSMENT OF CARCINOGENS

The USEPA applies a qualitative weight of evidence scheme in assessing the potential for a contaminant to increase the risk of cancer in humans. This scheme consists of five groups:

Group A—Human Carcinogen: Sufficient evidence in humans.

Group B—Probable Human Carcinogen: Limited evidence in humans or no evidence in humans but sufficient evidence in animals.

Group C—Possible Human Carcinogen: Limited or equivocal evidence in animals in the absence of human data.

Group D—Not Classifiable as to Human Carcinogenicity: Inadequate or no data available.

Group E—No Evidence of Carcinogenicity for Humans: Negative evidence in at least two species.

FIGURE 12

TABLE I

VOCs: FINAL MCLGs AND MCLs (IN mg/liter)

	EPA ranking	EPA category	Final MCLG	Final MCL
Trichloroethylene	B2	I	Zero	0.005
Carbon tetrachloride	B2	I	Zero	0.005
Vinyl chloride	A	I	Zero	0.002
1,2-Dichloroethane	B2	I	Zero	0.005
Benzene	A	I	Zero	0.005
para-Dichlorobenzene	C	II	0.075	0.075
1,1-Dichloroethylene	C	II	0.007	0.007
1,1,1-Trichloroethane	D	III	0.2	0.2

U.S. NATIONAL DRINKING WATER REGULATIONS

The U.S. Safe Drinking Water Act requires that EPA set drinking water standards n two steps after it makes a determination that a substance "may" have any adverse effect on health. First, it must determine the MCLG, the level in drinking water that vould result in "no known or anticipated adverse effect on health" with a margin of afety. Second, the MCL is the enforceable standard to be set as close as feasible to he MCL taking costs into consideration. The statute does not formally describe that risk assessment is part of the process and the final standards are technology based, iot risk/benefit or cost/benefit based.

FIGURE 13

UNIT COSTS

Cost estimates ranged from $0.10 to $0.85 per 1000 gallons of production for GAC and $0.05 to $0.30 per 1000 gallons for PTA.

TOTAL COSTS

EPA estimated that 1300 community water suppliers in the United States would have to install treatment at a total cost of $280 million for the MCLs at 0.005 mg/liter. MCLs at 0.001 mg/liter would involve 3800 systems at a cost of $1300 million. It concluded that the latter costs were not warranted considering the incremental national costs.

ANALYTICAL CONSIDERATIONS

The practical quantitation levels (PQLs) were defined as the lowest levels that can be reliably achieved within specified limits of precision and accuracy during routine laboratory operations. These were ±40% of true value for concentrations less than 0.010 mg/liter and ±20% of true value for concentrations greater than 0.010 mg/liter.

RISK CONSIDERATIONS

After the above conclusions were considered, the MCLs for the probable carcinogens (except vinyl chloride) were set at 0.005 mg/liter and established for most of the VOCs in this group. EPA then examined the putative risks at the MCL levels to determine whether they would be acceptable from a safety standpoint.

FIGURE 14

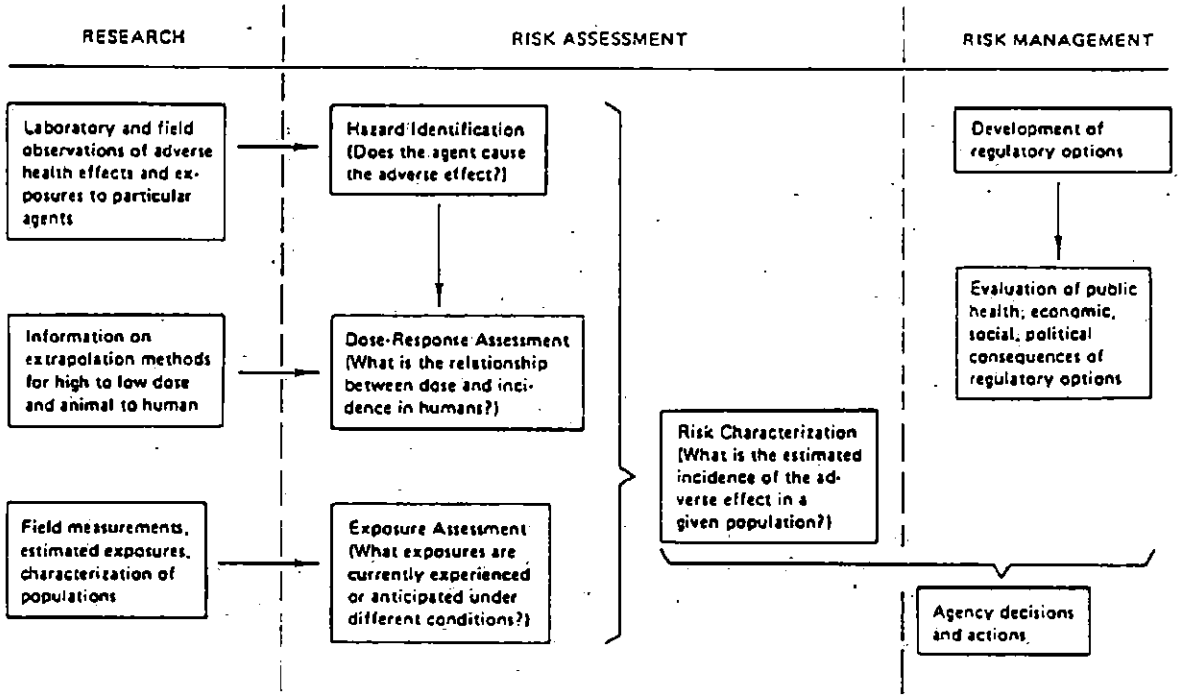


FIGURE I-1 Elements of risk assessment and risk management.

FIGURE 15

TABLE 2

CANADIAN AND U. S. DRINKING WATER STANDARDS: A COMPARISON OF RATIONALES

Substance	Canadian MAC (mg/l)	Canadian rationale	Comparison with U. S.	U. S. rationale
Arsenic	0.05	Human exposure at 0.05 mg/l has not been associated with adverse effects in limited epidemiological studies; no attempt has been made to extrapolate cancer risk from Taiwan studies	Different from U. S.	Since arsenic was thought to be a human carcinogen, EPA wanted to limit the total exposure to arsenic. Consequently, the current standard was designed to allow no more than 10% of one's total daily exposure to come from drinking water.
Barium	1.0	The 2.0 mg daily exposure on water would contribute about two-thirds of the daily amount from food; lifetime studies with rats at 5 mg/l showed no adverse health effects	Different from U. S.	No specific human studies; based on an industrial air standard
Cadmium	0.005	Drinking water would contribute only 15% of an estimate FAO/WHC tolerance intake (or 57–71 μg/day)	Different from U. S.	It would take 352 μg of Cd per day for 50 years to reach a critical level in the kidney (200 ppm) based on animal studies; at the current standard of 0.01 mg/L 20 μg/day would be additionally contributed to an average of 75 μg/day from food; thus, a safety factor of 4 is assumed
Chromium	0.25	1–25 mg/L for 3 years caused no ill effects in a family of 4; toxic effects were seen in rats and rabbits with >5 mg/l of hexavalent chromium	Comparable to U. S.	
Fluoride	1.5	Claim that dental fluorosis may be objectionable at concentrations greater than 1.5 mg/l	Comparable to U. S.	
Lead	0.05	State that at dietary intakes of lead common in Canada, the blood lead levels are not likely to exceed 40 μg/100 ml, a level associated with clinical toxicity symptoms in children, when the drinking water concentration of lead remains below 0.10 mg/l	Different from U. S.	Since Pb from other sources was not closely regulated and since the total daily intake of Pb that results in progressive retention is less than twice the average intake, the standard was adopted. At the EPA standard, 25–33% of a 1–3-year-old child's daily lead exposure would be derived from the drinking water

FIGURE 16

TABLE 5

COMPARISON OF AFLATOXIN AND DIOXIN*

	Aflatoxin B_1	TCDD (2,3,7,8)-tetrachlorodibenzo-*p*-dioxin
Acute toxicity	High	High
Animal potency (*kg bw day*/mg)	~10,000	20,000
Human potency	3,000	Not found
Certainty of prediction for humans	Moderately high	Low
Mutagenic	Yes	No
Linear dose-response	Probably	Maybe Not
Regulatory recommendation		
FDA	20 ppb max. in peanut butter	—
CDC		1 ppb in soil "a source of concern"

* Modified from Crouch and Wilson (1987).

DE MINIMIS NON CURATLEX
La loi ne se préoccupe pas des détails futiles.

FIGURE 17

An all too common persuasion is that regulatory decisions in safety and health are driven principally, if not exclusively, by a set of rational statutory rules dominated by the incontrovertible evidence of scientific findings. In truth, regulatory decisions are more often than not the pliable outcome of the political accommodations of many interests.

FIGURE 18

In the first case, many in the occupational health field contend that purely health-based standards are virtually impossible to devise. As a Law Reform Commission noted: "far from being a neutral 'objective' undertaking, this process involves a number of significant value and political judgements which are seldom examined."[38]

In the second case, it is often found that economic factors enter into the complex web of regulatory activities under the guise of health factors.[39] This had led to statements such as one by US scientist Dr Peter Infante, to advise regulators: "If you don't want to regulate because of cost, say so. Don't prostitute the science."[40]

FIGURE 19

LA RATIONALISATION DES OBJECTIFS DE REJET: LE CAS DES TOXIQUES

PAR

ISABELLE GUAY

MODIFIÉ DE

DENYSE GOUIN ET MARC SINOTTE
DIRECTION DE LA QUALITÉ DU MILIEU AQUATIQUE
DIRECTION GÉNÉRALE DE L'ASSAINISSEMENT DES EAUX
MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC

CONFÉRENCE PRONONCÉE AU COLLOQUE-FORMATION
EN SANTÉ ENVIRONNEMENTALE

INTRODUCTION

En 1978, le gouvernement du Québec instaure un programme d'assainissement des eaux usées (PAEQ) dont les objectifs sont de protéger ou de récupérer les usages des lacs et cours d'eau et de maintenir l'équilibre des écosystèmes. Cette intervention vise à apporter des correctifs à l'ensemble du territoire québécois pour les volets municipal, industriel et agricole. L'assainissement des eaux usées des municipalités continue à son rythme de croisière et le volet agricole vient d'être intensifié, par le lancement d'un important programme. Il devient important d'accorder une plus grande attention aux rejets dans l'environnement qu'entraîne l'activité industrielle, (MENVIQ, 1988).

Dix ans plus tard, en 1988, le ministère de l'Environnement du Québec (MENVIQ) lance un programme de réduction des rejets industriels (PRRI) qui s'inscrit directement dans la ligne de pensée du "Nouveau Cap Environnemental". En effet, cet énoncé de politique propose notamment d'accorder plus de poids aux problèmes environnementaux qui comportent des effets directs sur la santé humaine. Les deux objectifs principaux du Cap sont de (1) maintenir la diversité, la productivité et la perrenité des écosystèmes; 2) diminuer l'exposition des personnes et des espèces aux substances toxiques.

Pour rencontrer lesdits objectifs, la Direction de la qualité du milieu aquatique (DQMA) est chargée d'identifier les contraintes pour la protection de la santé humaine et des ressources biologiques dans une optique de maintien et de récupération des usages de l'eau et des resssources biologiques aquatiques. Dans ce contexte, le mandat principal de la Direction consiste en l'élaboration d'objectifs environnementaux de rejet pour les sources ponctuelles de pollution de l'eau. Ces objectifs sont déterminés à partir de la connaissance du cours d'eau récepteur et des critères de qualité à respecter. Ainsi selon les usages potentiels du plan d'eau et non pas uniquement sur des efficacités de traitement, des objectifs ayant une base environnementale spécifique à chacun des rejets peuvent être formulés.

Malgré le manque d'information encore réel sur des sujets aussi vastes que le comportement des cours d'eau en période critique, le devenir des composantes dans le milieu récepteur, les propriétés de plusieurs paramètres, les charges polluantes déversées, etc., des outils prévisionnels ont pu être développés pour l'élaboration de ces objectifs environnementaux de rejet.

Ces outils ont été conçus pour

- tenir compte de l'ensemble des usages et des ressources biologiques;

- considérer autant les usages potentiels qu'actuels;

- traduire ces usages en termes de critères de qualité;

- traduire ces critères de qualité en termes d'objectifs de rejet pour chaque pollueur;

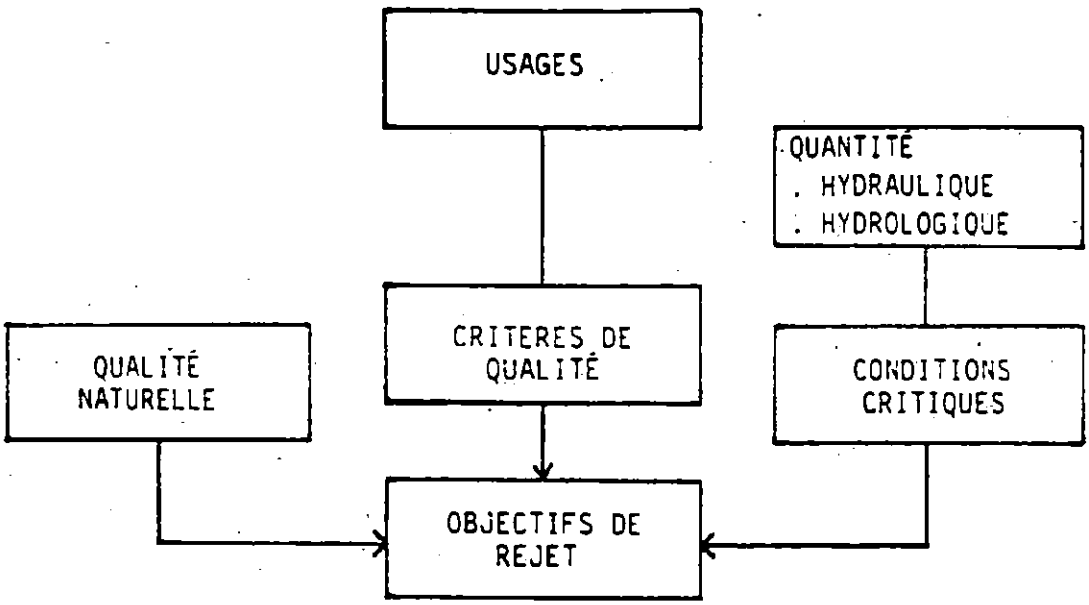
- tenir compte des conditions critiques reliées à la fois au débit et aux charges polluantes;

- simuler divers scénarios de charges polluantes et de débits dans les cours d'eau afin de prévoir la qualité future;

- tenir compte des conditions hydrauliques particulières vis-à-vis chaque pollueur.

Le schéma présenté à la figure suivante montre les principales étapes pour la détermination des objectifs de rejet basés sur la qualité du milieu. Le but de cette présentation est de décrire ces étapes et les outils développés par la DQMA principalement pour la protection de la santé publique et de la vie aquatique.

FIGURE 1 - SCHÉMA DES ÉTAPES PRINCIPALES POUR LA DÉTERMINATION DES OBJECTIFS DE REJET BASÉS SUR LA QUALITÉ DU MILIEU



1. LA DÉFINITION DES USAGES

En partant du principe que le PAEQ et le PRRI visent la protection et la récupération des usages dans les cours d'eau, la détermination des objectifs de qualité passe nécessairement par l'identification des usages à protéger et à récupérer. La liste des usages est dressée à partir d'inventaires réalisés par divers organismes, d'observations sur le terrain et de consultations auprès de personnes ou d'organismes ressources. Les différents types d'usages considérés sont listés au tableau 1. Les caractéristiques de chaque utilisation sont déterminées: nature de l'usage, nombre d'usagers, projets de développement, caractère d'unicité, problèmes actuels reliés à la qualité de l'eau. La DQMA identifie comme principaux usages de l'eau: l'alimentation en eau potable, la consommation d'organismes aquatiques, la vie aquatique et les activités récréatives.

L'un des deux objectifs essentiels du Cap est de "maintenir la diversité, la productivité et la perrenité des écosystèmes". Puisque les milieux aquatique et riverain supportent de nombreux organismes vivants dont la survie dépend directement ou indirectement de la qualité de leur milieu, on doit donc chercher à en préserver l'intégrité, même si toutes les informations ne sont pas disponibles quant à l'importance des sites et aux espèces présentes. Pour ces raisons, la vie aquatique est considérée comme un usage dans tous les cours d'eau. De plus, l'importance de la vie aquatique peut quelquefois se traduire en termes numériques (statistiques des pêches commerciale et sportive, données sur la chasse, retombées économiques...). Dans d'autres cas, la nature des espèces présentes suscite l'intérêt. À l'occasion, l'identification des sites importants et des espèces a été faite de façon précise. Souvent, ce sont les potentiels qui ont été cernés à partir d'observations ou de consultations auprès des spécialistes.

TABLEAU 1 - LISTE DES USAGES CONSIDÉRÉS

TYPE D'USAGE	EXEMPLES D'USAGES
Alimentation en eau	- Prises d'eau municipales - Prises d'eau privées - Prises d'eau industrielles ou agricoles
Récréation (sports de contact direct et fréquent)	- Plages - Aires de baignade ou de planche à voile - Écoles nautiques (planche à voile) - Canot-kayak d'eau vive - Ski nautique
Récréation (sports de contact moins fréquent ou absent)	- Nautisme léger (canot-kayak de plat, chaloupe, dériveur...) - Marinas ou parcs nautiques - Lieux d'observation - Écoles nautiques (dériveurs, canot-kayak) - Activités riveraines (villégiature, résidents, parcs,...)
Vie aquatique et contamination des organismes comestibles	- Frayères - Aires de nidification - Aires d'élevage - Aires d'alimentation - Zones de coquillages ou de mollusques - Exploitation commerciale et sportive de la flore et de la faune

Lorsque plus d'un usage risque d'être affecté par un même rejet, c'est évidemment l'usage le plus sensible qui doit être protégé. Il est tout de même possible de déterminer un ordre de priorité parmi les différents usages listés afin d'orienter les interventions d'assainissement. Cet ordre tiendra compte de la nature de l'usage, de son caractère d'unicité et du nombre d'usagers. Aucune méthode numérique n'a été développée, la sélection dépendant plutôt du jugement et des connaissances du-de la chargé-e de rivière. Certains principes le-la guideront toutefois:

- priorité accordée aux prises d'eau potable;
- préservation des usages uniques sur une base nationale ou régionale;
- protection des activités attirant un nombre élevé d'usagers.

2. LA DÉTERMINATION DES CRITÈRES DE QUALITÉ

Le maintien et l'amélioration des usages sont étroitement liés à l'état du plan d'eau, lui-même évalué à partir de critères de qualité. À cet effet, la DQMA se doit de définir des critères de qualité de l'eau relatifs à chacun des usages. Puisque les critères sont le fruit de recherches scientifiques ayant été menées sous diverses conditions expérimentales, il importe de tenir compte de ces dernières dans le choix du critère applicable à une situation donnée (e.g. variation de la toxicité en fonction de la dureté, du pH, etc.). Il faut également tenir compte des recherches en cours, ces dernières étant susceptibles de préciser certains critères; dans cette optique, la valeur du critère a toujours un caractère évolutif. Compte tenu de ces contraintes, l'utilisation de critères demeure un outil fort utile puisqu'elle couvre différentes conditions susceptibles de se produire en milieu naturel. De la sorte, elle permet une meilleure protection du milieu récepteur. De plus, leur utilisation est essentielle à la formulation des objectifs et à la mise en évidence des régions où l'on retrouve des paramètres problématiques.

La DQMA a premièrement entrepris une recherche exhaustive des critères publiés par les organismes de protection de l'environnement. On entend ici par critères toutes concentrations d'une substance, publiées dans la littérature sous forme de recommandations, objectifs, lignes directrices, maximums, critères, etc... pour lesquels un niveau de protection est associé (e.g. objectif pour les sources d'eau potable, critère de toxicité aigüe pour la vie aquatique, etc.). Jusqu'à maintenant, des critères d'eau douce basés sur des effets toxiques connus, ont été retenus pour un peu plus de 300 paramètres. Cependant, certains polluants sont susceptibles d'être dépourvus de critères pour un ou plusieurs usages. Puisque les critères sont développés pour répondre aux besoins en information sur les produits chimiques toxiques, la DQMA a adopté une méthode optimisant l'utilisation des données toxicologiques publiées dans la littérature afin de

définir, pour ces polluants, certaines lignes directrices (critères préliminaires). La méthode retenue devait:

- être sécuritaire;

- permettre d'effectuer des recommandations quantitatives;

- être suffisamment rapide pour répondre à l'ensemble des demandes;

- mettre en évidence les cas problèmes où des recherches supplémentaires sont nécessaires.

Cette méthode est donc une procédure d'extrapolation de critères de toxicité basée sur des données toxicologiques et employant des facteurs de sécurité d'autant plus élevés que les données sont déficientes (i.e. approche sécuritaire).

La méthode comprend des procédures pour dériver des critères relatifs à chacun des usages potentiels de l'eau:

- des méthodes de calcul pour protéger des effets toxiques, la vie aquatique (critères de toxicité aiguë et chronique), la faune terrestre et la santé humaine;

- une méthode de calcul pour obtenir une concentration procurant un degré acceptable de protection face aux substances cancérigènes;

- une protection des qualités organoleptiques (goût et odeur) de l'eau et de la chair de poisson.

Critères de santé humaine

. Pour non cancérigènes:

Le critère de santé humaine pour les composés non cancérigènes (CSH) est la concentration maximale ambiante d'un composé qui théoriquement ne produira aucun effet néfaste chez les humains exposés chroniquement. Pour les eaux de surface servant de sources d'eau potable, ce critère protège un individu qui consomme quotidiennement, pendant toute sa vie, une eau contaminée à cette concentration et qui consomme des poissons d'eau douce qui ont bioconcentré le produit présent dans de l'eau contaminée à la concentration du critère.

Le critère de santé humaine pour les non cancérigènes doit être calculé à partir de données toxicologiques appropriées selon la formule suivante:

$$\text{Critère santé humaine (mg/l)} = \frac{QMT \times K}{2{,}0 + (,0065 \times FBC)}$$

où

QMT = quantité maximale du toxique n'ayant aucun effet chez l'humain lorsque ingéré sur une base chronique (mg/j)

2,0 = quantité d'eau standard consommée journalièrement (l/j) selon l'EPA (1980)

0,0065 = quantité standard de chair d'organismes aquatiques consommée journalièrement (kg/j) aux États-Unis selon l'EPA (1980)

FBC = facteur de bioconcentration dans les organismes aquatiques (l/kg) selon EPA (1980)

K = pourcentage de l'exposition due à l'ingestion d'eau et d'organismes aquatiques

La quantité maximale de toxique est estimée en utilisant des données disponibles dans la littérature et des facteurs de sécurité appropriés. Lorsque les paramètres sont bien étudiés, la définition du QMT est très simple, par exemple:

QMT = ADI

où

ADI = Quantité journalière tolérable (Acceptable Daily Intake), défini par l'administration U.S. sur les aliments et drogues (USFDA)

Cependant, lorsque ces substances sont moins étudiées, l'extrapolation de lignes directrices peut devenir très complexe, la Direction tente actuellement de définir les limites d'application d'autres méthodes respectant les recommandations de l'Académie des Sciences des États-Unis (USNAS, 1977), de l'EPA (1980) ou d'autres organismes compétents afin d'évaluer la valeur de QMT.

Si l'eau potable n'est pas présente, une estimation est effectuée pour éviter la contamination des organismes aquatiques comestibles. L'équation peut alors être utilisée en interchangeant le volume de 2 litres associé à l'eau de boisson par celui de 0.01 l (pour simuler l'ingestion accidentelle d'eau); le facteur de bioconcentration devient alors prédominant.

Il existe également plusieurs façons de déterminer le facteur de bioconcentration (FBC), selon la disponibilité des données:

- FBC déterminé en laboratoire; ce facteur n'est utilisé que lorsque les tests sont effectués en continue (flow-through), que la concentration du toxique est mesurée dans la solution et que la durée du test est de 28 jours à moins que l'état d'équilibre n'ait été atteint avant.

- FBC déterminé sur le terrain; ce facteur ne doit être utilisé que lorsque la concentration connue du toxique dans le milieu récepteur est demeurée constante pendant une durée suffisante pour permettre l'atteinte de l'état d'équilibre.

- FBC déterminé pour des espèces non comestibles; ces facteurs sont normalisés par le pourcentage de lipide des tissus analysés pour les substances solubles dans les graisses. Ces facteurs, alors exprimés sur une base de 1% de lipides pourront être standardisés en fonction des pourcentages de lipides des espèces généralement consommées (3% pour les États-Unis, 9,5% pour les Grands Lacs, et plus encore pour les poissons ayant un fort pourcentage de gras et une longue durée de vie; il est de 15% pour la truite grise par exemple).

- FBC basé sur le coefficient de partition octanol/eau ou la solubilité dans l'eau; ces facteurs peuvent être entachés d'erreurs allant jusqu'à 1 ou 2 ordres de grandeur selon les équations utilisées; ils sont cependant les seules estimations du potentiel de bioaccumulation dans bien des cas. Voici une des quelques équations disponibles:

  $\log FBC = (0{,}85 \log P) - 0{,}40$ (Veith, 1979)

  où

  FBC = Facteur de bioconcentration

  P = Coefficient de partition octanol/eau

- Pour cancérigènes

Le critère pour les produits cancérigènes est aussi un critère de protection pour la santé humaine. Dans cette catégorie, entrent les substances considérées ou même suspectées cancérigènes pour l'humain. L'hypothèse de seuil ne peut être utilisée; on ne peut assumer la présence d'une "réserve" physiologique devant être épuisée avant l'apparition d'effets délétères. Les données disponibles sur la cancérigénicité et la mutagénicité suggèrent plutôt la présence de phénomène sans seuil, c'est-à-dire que même à dose extrêmement faible, il peut y avoir augmentation de l'incidence de la réponse toxique (tumeur). Selon cette hypothèse, retenue par l'EPA, il est donc impossible de définir une concentration sécuritaire en deçà de laquelle aucun risque n'existe. Le critère est donc défini en associant une concentration de l'agent cancérigène à un accroissement de risque défini à l'avance (e.g. $1/10^6$ comme dans l'équation suivante).

$$\text{Critère santé humaine (mg/l)} = \frac{70 \times 1/10^6 \times K}{q_1^*(2{,}0 + 0{,}0065\ FBC)}$$

où

70: Poids de l'humain standard (kg) selon EPA (1980)
$1/10^6$: Risque accru de cancer (1 cas sur 1 million)
2,0: Quantité d'eau standard consommée journalièrement (l/j) lorsque le rejet influence une prise d'eau
0,0065: Quantité standard de chair d'organismes aquatiques consommée (kg/j) aux États-Unis selon EPA (1980)
FBC: Facteur de bioconcentration
K: Proportion de l'exposition due à l'ingestion d'eau et d'organismes aquatiques

Comme on peut le remarquer, seule la valeur de q_1^* n'a pas été définie auparavant; elle représente la limite supérieure de l'intervalle de confiance (à 95%) d'une dose requise pour produire un risque donné (EPA 1980).

La Direction de la qualité du milieu aquatique utilise les valeurs de q_1^* publiées par l'Environmental Protection Agency (USEPA) lorsque les critères ne sont pas directement disponibles. Lorsqu'aucune valeur de q_1^* n'est disponible, des recherches accrues auprès des organismes étudiant les substances potentiellement cancérigènes (NCI, IARC, SBEC, etc.) sont entreprises.

Critères de vie aquatique

L'utilisation des critères de vie aquatique est probablement la plus fréquente à la Direction de la qualité du milieu aquatique. Cela va de soi puisque l'usage à protéger se retrouve dans tous les plans d'eau indépendamment des autres usages qui peuvent parfois en être absents. Pour protéger les organismes et les communautés biologiques vivant dans le milieu aquatique contre toute atteinte significative à leur intégrité, la Direction a retenu deux types de critères selon le cas. Les critères de toxicité aiguë représentent la concentration maximale d'une substance à laquelle les organismes aquatiques peuvent être exposés pour une courte période de temps sans ou avec peu de mortalité; ils doivent être respectés à l'effluent. Les critères de toxicité chronique représentent la concentration maximale d'une substance qui théoriquement ne produira aucun effet néfaste sur les organismes aquatiques (et leur progéniture) exposés quotidiennement, pendant toute leur vie, à cette concentration.

Des critères sont directement disponibles pour les paramètres toxiques les plus connus (plus de 100 critères répertoriés jusqu'à présent); toutefois, certaines substances déversées (générées ou

ajoutées) par certains pollueurs ne possèdent pas de critères publiés bien que plusieurs données toxicologiques à leur sujet soient disponibles. La Direction a donc adopté une approche visant l'utilisation maximale des données toxicologiques pour estimer les concentrations sécuritaires à respecter aux effluents.

Seule la méthode de calcul de l'U.S.EPA (Stephan et al. 1985) est brièvement décrite ici; la plupart des critères existants en découlent. Elle nécessite une quantité minimale de données diversifiées pour pouvoir être utilisée.

Cette méthode est basée sur l'extrapolation des données de toxicité aiguë (ou chronique) déterminant ainsi un critère suffisant pour protéger 95% (5e rang centile) des espèces du milieu récepteur. Les équations présentées ci-dessous sont utilisées indifféremment pour la toxicité aiguë ou chronique; seules les données de toxicité seront interchangées.

$$\text{Critère} = e^{A}$$

où

$$A = S(\sqrt{0,05}) + L$$

$$L = (\Sigma(\ln TMG) - S(\Sigma(\sqrt{p})))/T$$

$$S^2 = \frac{(\Sigma(\ln TMG)^2) - ((\Sigma(\ln TMG))^2/T}{\Sigma(p) - ((\Sigma(\sqrt{p}))^2/T)}$$

TMG = Valeur de toxicité moyenne par genre (aiguë ou chronique)

P = Proportion cumulée (R/[N + 1]) des TMG ordonnées par ordre croissant auxquelles un numéro (R) a été assigné.

Lorsque les données de toxicité chronique ne sont pas disponibles, la valeur du critère de toxicité aiguë calculée à l'aide de la

formule précédente est divisée par un facteur de conversion aigü/chronique de 45 (OTMC, 1982). Cette valeur correspond au 80e rang centile des ratios aigüs/chroniques disponibles et classée par ordre croissant. C'est donc dire que dans ce cas, le critère de toxicité chronique devrait être suffisamment sécuritaire pour 95% des espèces du milieu dans 80% des cas.

Comme il a été mentionné précédemment, lorsque les données minimales nécessaires à l'application de cette procédure sont déficientes, la DQMA utilise une approche permettant de calculer des critères préliminaires basés sur les données de toxicité disponibles sur le produit. Cette façon de procéder permet de donner une évaluation de l'impact probable de toxiques peu connus, et d'éviter les rejets pouvant affecter les usages de l'eau. Cette approche provient de la revision de méthodes développées par divers États américains en réponse au manque de critères pour de nombreuses substances (MDNR, 1984; NYSDEC, 1986; Maschwith, 1988).

Autres usages

Tous les critères pertinents aux usages agricoles (irrigation et abreuvement des animaux) ou industriels (approvisionnement en eau) s'appliquent à l'usage rencontré.

Les informations supplémentaires sur les substances affectant ces usages sont évaluées et utilisées, si besoin est. Les substances affectant les caractéristiques organoleptiques, c'est-à-dire le goût, la couleur, l'odeur de l'eau ou de la chair des poissons, sont également étudiées à cette étape et les critères appropriés sont alors définis.

3. LA DÉTERMINATION DES OBJECTIFS DE REJET

Les deux étapes précédentes ont permis de fixer un critère de qualité pour le cours d'eau en fonction de l'usage le plus sensible. La troisième étape est de traduire ce critère en terme d'objectif de rejet pour le pollueur. Dans le cas de rejets toxiques, les objectifs de rejet sont établis en tenant compte principalement de l'effet local causé par chacun des pollueurs. En effet, bien que l'impact des polluants conventionnels se répercute surtout en aval du rejet d'un effluent municipal, l'impact toxique d'un effluent industriel a principalement lieu au point de rejet. Néanmoins, une zone de mélange nécessaire à la dilution initiale de l'effluent avec les eaux réceptrices est tolérée. Les critères doivent être atteints à la limite de cette zone de mélange. La zone de mélange devrait avoir les caractéristiques suivantes:

(1) La grandeur d'une zone de mélange ne peut être uniformément prescrite; elle doit considérer les conditions hydrauliques et hydrologiques particulières au cours d'eau.

(2) La zone de mélange doit être aussi petite que possible.

(3) Un passage pour les poissons et autres organismes mobiles doit être présent.

(4) Les zones de mélange ne doivent pas interférer avec les zones de fraie et de développement ainsi qu'avec la migration.

(5) Les zones de mélange ne doivent pas permettre la sédimentation ou l'accumulation jusqu'à des niveaux toxiques.

(6) Les zones de mélange doivent être éliminées ou réduites au minimum si l'effluent a la propriété d'attirer les poissons.

Pour un certain nombre de substances, une évaluation numérique de l'objectif de rejet n'est pas possible à cette étape en raison de l'absence de:

- critères numériques de qualité;
- méthodes éprouvées de mesure;
- connaissances sur la nature des polluants.

Des objectifs qualitatifs peuvent alors être fixés. Parmi ces objectifs, on retrouve les suivants:

- absence de matériaux produisant couleur, odeur, goût, turbidité ou toute autre condition à un degré susceptible de nuire à quelque usage du cours d'eau;

- absence de débris flottants, d'huile, de mousse et d'autres matériaux flottants en quantité suffisante pour devenir inesthétique ou dommageable;

- absence de résidus huileux ou graisseux qui causent soit un film visible à la surface de l'eau, soit une coloration des surfaces près des lignes de rivage, soit une boue ou une émulsion qui sera déposée sous la surface de l'eau ou sur les lignes de rivage;

- absence de dépôts qui causeront une formation de boues putrescibles ou nuisibles de quelque autre façon;

- prévention de la croissance excessive et de la reproduction de plantes aquatiques enracinées, attachées ou flottantes, de champignons et de bactéries grâce au contrôle des éléments nutritifs;

- absence de substances en concentration ou en combinaison telles qu'elles nuisent, sont toxiques ou produisent un effet physiologique néfaste ou des troubles de comportement chez

les humains et les formes de vie aquatique, semi-aquatique et terrestre.

Les objectifs de rejet selon la méthode "aval immédiat"

Cette méthode s'applique dans le cas où le mélange d'un rejet dans la totalité du cours d'eau récepteur n'est pas immédiat et est susceptible de créer des impacts locaux. La zone de mélange du rejet doit être définie. Elle est d'abord évaluée de façon théorique à l'aide de données hydrauliques, de connaissances sur les modèles de dispersion et des tendances observées lors d'essais utilisant des flotteurs. Si nécessaire, des essais avec un traceur (rhodamine WT) sont réalisés afin de déterminer avec précision les facteurs de dilution dans la zone. La méthodologie est décrite dans Lavallée et al. (1984).

Afin d'assurer la protection du milieu récepteur, des limites doivent être établies afin de restreindre l'étendue de la zone de mélange. De façon générale, ces limites correspondront au plus restrictif des critères suivants:

- étendue du panache de diffusion sur une longueur maximale de 300 mètres;

- largeur du panache de diffusion inférieure à 50% de la largeur du cours d'eau jusqu'à concurrence de 50 mètres;

- taux de dilution maximal de 1:100;

- présence d'un usage actuel ou potentiel à l'intérieur des zones de mélange définies par ces trois points précédents.

Ayant identifié les limites applicables à un cas particulier, le facteur de dilution est évalué ou mesuré à cet endroit. Quand ces

mesures sont réalisées, le facteur de dilution est défini comme suit:

$$fd_{xi} = \frac{C_i Q_e}{C_o Q_o}$$

où

C_i : concentration du traceur mesurée dans le milieu
Q_e : débit actuel de l'effluent
C_o : concentration initiale du traceur
Q_o : débit d'injection du traceur
X_i : source de pollution x

L'évaluation des concentrations maximales tolérables à l'effluent se fait à partir de l'équation suivante:

$$Ce = \frac{(C_n - C_a) + C_a}{fd}$$

où

Ce : concentration maximale tolérable à l'effluent

f_d : facteur de dilution en condition critique

Le débit d'étiage "2 ans-7 jours", annuel ou saisonnier est généralement utilisé comme débit critique à moins que la nature du contaminant exige une période plus courte (e.g. débit d'étiage instantané).

C_n : critère pour la substance étudiée

C_a : concentration en amont du site de déversement

d'où

Charge tolérable = Ce X Q du rejet

La concentration en amont peut être:

- la concentration naturelle dans le cas d'un rejet en milieu non affecté;

- la qualité future du milieu récepteur après traitement de l'ensemble des sources de pollution situées à l'amont; cette qualité doit être évaluée à partir des efficacités de traitement prévues pour les interventions d'assainissement tout en tenant compte de la qualité naturelle du plan d'eau;

- nulle dans le cas d'une substance de synthèse absente en milieu naturel et pour laquelle il n'existe pas de source en amont;

L'évaluation de l'impact local doit également être faite lors de la sélection d'un nouveau point de rejet. La localisation de ce dernier sera planifiée de façon à minimiser l'effet sur le milieu récepteur. Ainsi, il faudra éviter les zones où les eaux usées seront susceptibles de stagner ou d'affecter un usage donné.

4. PROCÉDURE DE RATIONALISATION POUR LES SUBSTANCES TOXIQUES

L'approche de la Direction de la qualité du milieu aquatique, schématisée à la figure 2, est utilisée pour formuler les recommandations en matière de substances toxiques pour tous les pollueurs affectant la ressource eau.

Recherche des polluants à étudier pour l'industrie

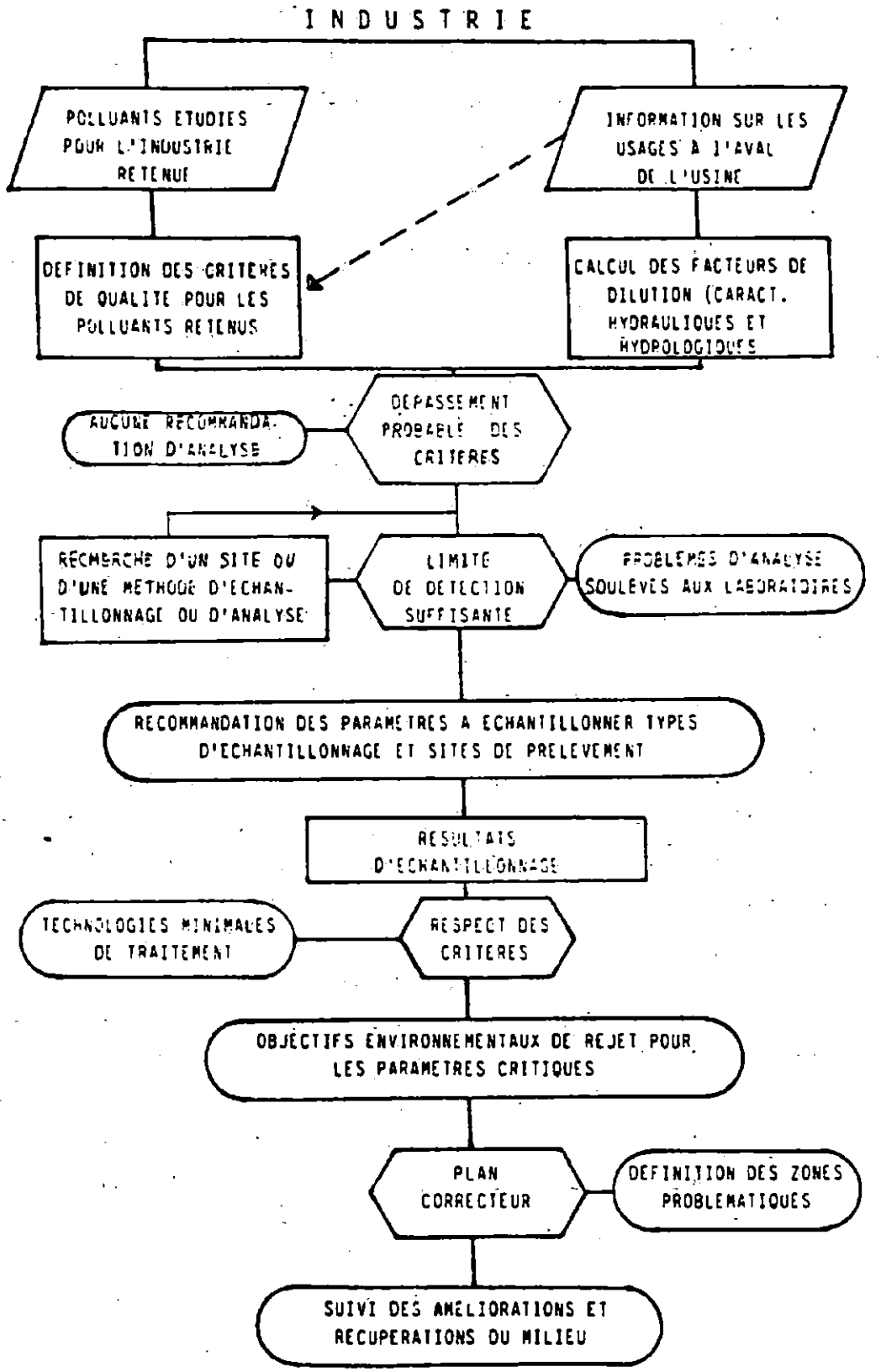
L'acquisition des données concernant les industries retenues à la programmation constitue l'étape primordiale du processus de recommandation de traitement pour les substances toxiques. En effet, c'est à ce stade que commence la rationalisation des objectifs de rejet puisque c'est ici que sera définie la liste des substances pouvant être problématiques.

Pour des raisons multiples, les paramètres conventionnels (MES, DBO_5, P_{tot}) sont généralement bien connus pour les pollueurs retenus ou alors ces paramètres, compte tenu de leur nombre limité, sont facilement échantillonnables. Ceci n'est malheureusement pas le cas pour plusieurs industries où la quantité de paramètres toxiques potentiellement échantillonnables de même que le coût d'acquisition de ces données rendent impérative la rationalisation des demandes d'analyse.

Les polluants industriels sont groupés dans trois catégories qu'il nous faut couvrir pour s'assurer de l'évaluation exhaustive de la source polluante étudiée. Il s'agit:

- des polluants classiques d'un type d'industrie;
- des polluants pouvant être formés dans le procédé;
- des additifs ajoutés à l'intérieur du procédé.

FIGURE 2 - ORGANIGRAMME REPRÉSENTANT LES DIVERSES ÉTAPES DE RATIONALISATION POUR LES SUBSTANCES TOXIQUES



La littérature scientifique, de même que la réglementation touchant certaines industries permettent généralement de cerner la nature des polluants classiques. Cependant une connaissance plus détaillée du procédé est nécessaire à la prévision des substances pouvant être générées à certaines étapes (e.g. chloration, modification thermique, etc.). Les données de littérature sont ici plus parcellaires et des opérations d'analyses chimiques par balayage peuvent parfois être nécessaires. Le dernier groupe de substances ne peut être étudié que par une approche cas par cas. En effet, les additifs et produits dérivés varient souvent d'une usine à l'autre.

Information sur les usages

Cette étape du cheminement s'effectue en parallèle avec la recherche d'information sur les polluants de l'industrie; elle permettra dès lors de restreindre le calcul d'un objectif de rejet uniquement pour les usages retenus.

Selon le milieu récepteur et la localisation de la source polluante, les usages actuels et potentiels vont évidemment varier; cependant, le type de rejet, (déversement continu ou intermittent, industrie hors réseau ou en réseau) entraine des considérations supplémentaires pour la récupération des usages.

Il faut ajouter, pour les industries rejetant leurs eaux usées dans un réseau d'égout, la vérification de certains éléments pouvant affecter directement ou indirectement les usages précédents. Ainsi, pour protéger la santé humaine, aucune substance pouvant entraîner le dépassement des seuils limites (TLV, définis par la conférence des hygiénistes industriels américains [ACGIH]) dans le réseau d'égout ne devrait être permise, ceci, pour éviter toute accumulation de substances volatiles, en concentration dangereuse pour les travailleurs, en un point ou l'autre du

réseau. Ces renseignements lorsqu'ils sont connus, sont acheminés aux intervenants responsables des dossiers.

Le respect intégral des usages du milieu récepteur est généralement dépendant de l'efficacité des structures d'épuration, tant pour les paramètres conventionnels que pour les substances toxiques. Il est donc essentiel de signaler toute substance en concentration susceptible d'affecter directement l'intégrité des traitements biologiques et indirectement, la récupération ou la protection des usages à l'aval du rejet. La contamination possible des boues de station d'épuration doit également être évaluée en fonction des critères touchant les divers modes de disposition des boues (critères pour épandage agricole, critères pour enfouissement sanitaire, critères pour déchets dangereux).

Définition des critères de qualité

Lorsque les polluants retenus font partie du premier groupe (i.e. polluants classiques de la source polluante) des critères de qualité sont presque sans exception disponibles. Ceci est cependant moins vrai pour les polluants du deuxième groupe (i.e. polluants formés dans le procédé) et encore moins pour ceux du dernier groupe (i.e. additifs ajoutés). Une estimation de la toxicité de ces polluants est entreprise pour s'assurer qu'ils ne constituent pas une menace aux divers usages.

Caractéristiques hydrauliques et hydrologiques

Lorsque tous les usages et leurs critères sont définis, il faut déterminer les conditions critiques du milieu récepteur par rapport à la source polluante. Les critères doivent être respectés au lieu spécifique de l'usage lorsqu'il s'agit d'un usage ponctuel (e.g. prise d'eau, plage, frayère, etc.) ou à la limite de la zone de mélange lorsqu'il s'agit d'un usage généralisé sur

tout l'ensemble du plan d'eau (e.g. vie aquatique, contamination des organismes, etc.).

Les conditions critiques sont alors définies par les débits en période d'étiage (d'été ou d'hiver) correspondant à un temps de retour suffisamment sécuritaire pour protéger l'usage étudié.

La définition des facteurs de dilution à la sortie de la zone de mélange doit également être entreprise, empiriquement ou théoriquement.

Recommandation de paramètres à échantillonner

Le dépassement probable par un polluant d'un critère en condition critique du milieu récepteur est trouvé par simple comparaison entre la concentration probable à l'effluent et le critère de qualité appliqué au site de l'usage. Dans l'éventualité d'un dépassement possible du critère, la méthode analytique et sa limite de détection sont alors déterminées et comparées à la concentration probable pour justifier la pertinence ou non de procéder à l'échantillonnage.

Compte tenu des coûts associés à l'échantillonnage et à l'analyse, cette étape de rationalisation est facilement justifiable; de plus, elle est quasi essentielle lorsque:

- les critères de qualité sont inférieurs aux limites de détection disponibles, ce qui est très fréquent pour les substances fortement bioaccumulables ou cancérigènes; ou encore, lorsque les limites de détection sont affectées par la nature des effluents;

- les polluants sont indument dilués par de l'eau non contaminée à l'effluent final (i.e. la limite serait suffisante à l'intérieur du procédé où la concentration n'est pas diluée.).

Ces informations permettent de définir avec plus de précision l'utilité de procéder à un échantillonnage et d'en optimiser le site (e.g. dans un procédé) ou le type (e.g. extraction d'un plus grand échantillon d'eau, augmentation du volume de solvant, absorption sur colonnes plus nombreuses, etc.).

Attestations et recommandations de traitement

Suite à la parution des documents sur le PRRI, il est dans l'intention du MENVIQ de définir pour chaque industrie une attestation d'assainissement aux entreprises.

"Par cette attestation, qui constitue un outil polyvalent et dynamique de suivi, d'intervention et d'exploitation, le Ministère précisera et particularisera pour chaque entreprise l'ensemble des exigences environnementales relatives aux rejets dans l'environnement (eau, air, sol et déchets). Il est à remarquer que le contenu de l'attestation délivrée à une entreprise sera modifié périodiquement en fonction de la connaissance des rejets et du milieu récepteur, des changements de production de l'entreprise, du développement des technologies de réduction des rejets et de l'évolution des normes de rejet", (MENVIQ, 1988).

L'établissement d'objectifs de rejet basés sur des contraintes environnementales comme assise des attestations aura plusieurs avantages:

1) atteindre l'objectif premier du Cap, soit la protection de l'environnement et de ses usages;

2) favoriser les investissements ayant les retombées environnementales les meilleures;

3) mettre en évidence les exigences ultimes à atteindre et par ce fait, susciter la recherche et le développement là où il y a des procédés polluants;

4) favoriser les interventions à la source même;

5) optimiser d'autres actions du Ministère (e.g. échantillonnage de paramètres réellement problématiques, développement de méthodes analytiques pour les paramètres pouvant entraîner des pertes d'usage).

Dans le cas d'une évaluation environnementale non contraignante, des contraintes technologiques minimales* doivent être exigées dans l'attestation. Ces minimums technologiques ont pour avantages de:

1) refléter une conscience et des actions minimales face à l'environnement;

2) ne pas laisser à une seule source polluante "tout le milieu récepteur disponible". Ceci réduit les entraves à l'arrivée de nouvelles industries dans un secteur déjà comblé par une usine ne faisant pas le minimum de traitement;

3) susciter également chez ces industries les améliorations internes évitant la production des substances toxiques.

La non-conformité d'une entreprise aux limites de rejet exigées par le Ministère débouchera sur la mise en place d'un plan

---

* L'équivalent des BPT, BAT, etc. américains, ceux-ci étant basés sur la moyenne des technologies déjà en place lors de la promulgation de la réglementation. Il ne s'agit donc pas des "meilleures technologies".

correcteur dont les étapes et les échéances nécessaires à l'atteinte des contraintes environnementales seront précisées dans l'attestation délivrée à l'entreprise.

Suivi des améliorations

Pour s'assurer que les recommandations sont suivies et que le milieu récepteur récupère, il faut également pour les substances toxiques, procéder à certaines analyses et contrôles.

Un suivi doit être réalisé afin de s'assurer de:

- l'efficacité des ouvrages de traitement de chacun des pollueurs;

- l'atteinte des objectifs de qualité dans le cours d'eau et la récupération effective des usages.

Une fois la mise en opération réalisée et la performance des équipements jugée satisfaisante, un contrôle de la quantité et de la qualité des rejets sera réalisé. Cette connaissance des charges déversées après traitement sera évidemment à la base du suivi du cours d'eau.

Le suivi du cours d'eau portera d'abord sur l'atteinte des objectifs de qualité fixés. Il sera réalisé au besoin et en tenant compte des données recueillies grâce au suivi des ouvrages. Il pourra porter sur la zone de mélange ou sur l'ensemble du cours d'eau. Une attention particulière sera apportée à la vérification de la récupération des usages. Des recommandations d'interventions complémentaires pourront alors être formulées.

Une fois cette vérification faite, un contrôle à plus long terme pourra être réalisé dans le cadre d'un programme national de surveillance de la qualité des cours d'eau.

BIBLIOGRAPHIE

MASCHWITZ, D.E. 1988. Guidelines for the development and application of water quality criteria for toxic substances. Draft Minnesota Pollution Control Agency, Division of Water Quality, Program Development Section, Minnesota, 46 pages.

MICHIGAN DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES. 1984. Staff Report: Support Document for the Proposed Rule 57 Package. Environmental Protection Bureau, Michigan Department of Natural Resources, Lansing, 55 pages.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC, (MENVIQ). 1987. Un nouveau Cap Environnemental. La Conservation, Agent de Progrès, ministère de l'Environnement du Québec, Québec, 41 pages.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC, (MENVIQ). 1988. Programme de réduction des rejets industriels. Document de consultation. Ministère de l'Environnement du Québec. QEN/AE-29/1, 32 pages.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, (NAS). 1977. Drinking Water and Health. NAS, Washington, D.C.

NEW YORK STATE DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL CONSERVATION. 1986. Water Quality Regulations Surface Water and Groundwater. Classifications and Standards. New York State Codes, Rules and Regulations. Title 6, Chapter X, Parts 700-705.

OFFICE OF TOXIC MATERIALS CONTROL, (OTMC). 1982. Rule 57 Advisory Committee Report on Proposed Surface Water Quality Based Effluent Limitation Derivation Procedures for Chemical Substances. Office of Toxic Materials Control, Michigan Department of Natural Resources. Non publié, 83 pages.

STEPHAN, C.E., D.I. Mount, D.J. HANSEN, J.H. Gentile, G.A. CHAPMAN ET W.A. BRUNGS. 1985. Guidelines for Deriving Numerical Water Quality Criteria for the Protection of Aquatic Organisms and their uses. US Environmental Protection Agency, National Technical Information Service, Springfield, Virginia, 98 pages.

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, (U.S.EPA), 1980. Water Quality Criteria Availability. 45 Federal Register, 231: 79318 - 79379.

VEITH, G.D., D.L. DEFOE, ET B.V. BERGSTEDT, 1979. Measuring and Estimating the Bioconcentration Factors of Chemicals in Fish. J. Fish. Res. Board Can. 36:1040-1048.

DIRECTIVES D'EXPOSITION CONCERNANT LA QUALITÉ DE L'AIR DES RÉSIDENCES

Rapport du
Comité consultatif fédéral-provincial sur
l'environnement et l'hygiène du milieu

Direction de l'hygiène du milieu
Direction générale de la protection de la santé

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

Avril 1987

DES EXEMPLAIRES DU PRÉSENT RAPPORT PEUVENT ÊTRE OBTENUS
EN S'ADRESSANT À LA

Direction des communications
Santé et Bien-être social Canada
5e étage
Immeuble Brooke-Claxton
Ottawa K1A 0K9

Also available in English under the title:
"Exposure Guidelines for Residential
Indoor Air Quality"

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS .....

MEMBRES DU GROUPE DE TRAVAIL FÉDÉRAL-PROVINCIAL DE LA QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR .....

REMERCIEMENTS .....

1.0 INTRODUCTION .....

1.1 Données de base .....
1.2 Sources de contaminants dans l'air intérieur .....

1.2.1 Sources extérieures .....
1.2.2 Sources intérieures .....
Processus de combustion .....
Matériaux de construction et meubles .....
Activités humaines .....

2.0 BUT ET PORTÉE .....

2.1 Objectif .....
2.2 Définitions de la qualité de l'air intérieur .....
2.3 "Indicateurs" généraux de la qualité de l'air intérieur .....

2.3.1 Dioxyde de carbone .....
2.3.2 Vapeur d'eau .....

3.0 ÉLABORATION DE DIRECTIVES ET DE RECOMMANDATIONS .....

3.1 Base de données pour l'élaboration de directives en matière d'exposition .....

3.1.1 Études épidémiologiques .....
3.1.2 Études cliniques .....
3.1.3 Études animales .....

3.2 Méthode utilisée pour l'élaboration des directives en matière d'exposition .....

3.2.1 Contaminants non carcinogènes .....
3.2.2 Substances carcinogènes .....

3.3 Méthodes de surveillance .....

TABLE DES MATIÈRES (Suite)

4.0 DIRECTIVES ET RECOMMANDATIONS .....

PARTIE A: SUBSTANCES ASSUJETTIES À DES DIRECTIVES D'EXPOSITION - EFFETS NON CARCINOGÈNES .....

4.A.1 Aldéhydes .....
4.A.2 Dioxyde de carbone .....
4.A.3 Monoxyde de carbone .....
4.A.4 Dioxyde d'azote .....
4.A.5 Ozone (oxydants) .....
4.A.6 Matières particulaires .....
4.A.7 Dioxyde de soufre .....
4.A.8 Vapeur d'eau .....

PARTIE B: SUBSTANCES ASSUJETTIES À DES DIRECTIVES D'EXPOSITION - EFFETS CARCINOGÈNES .....

4.B.1 Formaldéhyde .....

PARTIE C: SUBSTANCES FAISANT L'OBJET DE RECOMMANDATIONS POUR LA LIMITATION DE L'EXPOSITION .....

4.C.1 Agents biologiques .....
4.C.2 Produits de consommation .....

4.C.2.1 Hydrocarbures chlorés .....
4.C.2.2 Produits antiparasitaires .....
4.C.2.3 Aérosols .....

4.C.3 Matières fibreuses .....
4.C.4 Le plomb .....
4.C.5 Hydrocarbures aromatiques polycycliques (PAH) .....
4.C.6 Le tabac .....

GLOSSAIRE .....

ANNEXE A: RÉSUMÉ DES DIRECTIVES D'EXPOSITION .....

ANNEXE B: RÉSUMÉ DES RECOMMANDATIONS EN MATIÈRE DE CONTRÔLE DES EXPOSITIONS .....

AVANT-PROPOS

On reconnaît maintenant que le milieu intérieur, en dehors des industries, peut contribuer de façon significative à l'exposition des personnes aux polluants atmosphériques. C'est particulièrement le cas dans les pays comme le Canada où les longs hivers froids et les étés chauds poussent les gens à passer de longues périodes dans des édifices à air climatisé.

Également, au cours des dernières années, l'accent a été mis sur la réduction de la consommation d'énergie, particulièrement du pétrole, dans les édifices, en réduisant le taux de renouvellement de l'air, en installant de l'isolant additionnel et en utilisant des énergies de remplacement. Toutes ces mesures augmentent vraisemblablement la concentration de certains contaminants à l'intérieur des maisons au-dessus des teneurs de l'air extérieur et ont donc attiré l'attention des autorités en matière de santé publique, de normes du bâtiment et de la construction domiciliaire, et celle du public en général. En avril 1979, l'Organisation mondiale de la Santé a organisé une réunion d'experts pour traiter des aspects de la qualité de l'air intérieur qui influent sur la santé. Ce groupe a recommandé que les autorités en matière de santé établissent des directives pour les concentrations intérieures des contaminants de l'air afin de protéger la santé des occupants des maisons.

En juin 1980, le sous-ministre de la Santé de l'Ontario a demandé qu'une étude fédérale-provinciale soit entreprise afin d'établir des normes sur la qualité de l'air dans les nouvelles maisons. On a proposé de mettre sur pied un groupe de travail sur la qualité de l'air intérieur au cours de la réunion d'octobre 1980 du Comité consultatif fédéral-provincial de l'hygiène du milieu et du travail, proposition qui a été acceptée par les sous-ministres de la Santé.

Le Comité consultatif a demandé au Groupe de travail fédéral-provincial de la qualité de l'air intérieur d'étudier "une définition de la qualité acceptable de l'air", la nécessité d'établir "des objectifs et des concentrations maximales acceptables pour des substances données" et des "prescriptions régissant les débits d'aération ou des critères de recirculation d'air". La portée du travail devait se limiter aux "résidences privées" et des recommandations devaient être élaborées afin de protéger le public en supposant une exposition de vingt-quatre heures par jour (c'est-à-dire continuelle).

Le groupe de travail s'est réuni pour la première fois en septembre 1981. Au cours des quatre années qui suivirent, de la documentation scientifique portant sur dix-huit substances ou groupes de substances a été recueillie pour servir de base aux directives et recommandations qu'on trouve dans le présent document. Même si la liste de substances comprenait originairement le radon, le groupe de travail n'a pas formulé de directives à son sujet. Étant donné les connaissances spécialisées requises pour étudier les substances radioactives, le comité consultatif a confié l'examen du radon et de ses produits de désintégration au Sous-comité fédéral-provincial de la surveillance radiologique. Des directives sur le radon seront publiées dans un autre document.

On espère que ces directives constitueront un point de référence à partir duquel on pourra évaluer la qualité de l'air résidentiel ou la pertinence de mesures correctives.

MEMBRES DU GROUPE DE TRAVAIL FÉDÉRAL-PROVINCIAL DE LA QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR

Président et représentant du Nouveau-Brunswick	Dr W.H. Wyile, chef Division médicale Ministère de la Santé Carleton Place C.P. 6000 FREDERICTON (Nouveau-Brunswick) E3B 5H1
Secrétaire et représentant du ministère de la Santé nationale et du Bien-être social	Dr V.C. Armstrong, chef Section des critères environnementaux Bureau des dangers des produits chimiques Direction de l'hygiène du milieu Parc Tunney OTTAWA (Ontario) K1A 0L2
Alberta	M. E.A. Collom Assistant Director Environmental Health Services Health Promotion and Protection Services Alberta Social Services and Community Health Seventh Street Plaza 10030 - 107 Street EDMONTON (Alberta) T5J 3E4
Manitoba	M. D.J. Bezak, Head Air Standards and Studies Environmental Management Services Environmental Management Division Environment and Workplace Safety and Health Box 7, Building #2 139 Tuxedo Avenue WINNIPEG (Manitoba) R3C 0V8
Terre-Neuve	M. G.P. Wood Occupational Hygienist Occupational Health and Safety Division Department of Labour and Manpower Confederation Building ST. JOHN'S (Terre-Neuve) A1C 5T7

MEMBRES DU GROUPE DE TRAVAIL FÉDÉRAL-PROVINCIAL DE LA QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR (Suite)

Nouvelle-Écosse	M. T.A. Mejzner, Director Occupational Health Community Health Services Nova Scotia Department of Health P.O. Box 488 HALIFAX (Nouvelle-Écosse) B3J 2R8
Ontario	M. J.J. Smith, superviseur Unité des agents chimiques Direction des relations inter-gouvernementales et des contaminants dangereux Ministère de l'Environnement de l'Ontario 135 St. Clair Avenue West, Suite 100 TORONTO (Ontario) M4V 1P5
Île-du-Prince-Édouard	M. L.J. Gallant Community Hygiene Health Officer Division of Community Hygiene Department of Health and Social Services Sullivan Building, Fitzroy Street P.O. Box 2000 CHARLOTTETOWN (Île-du-Prince-Édouard) C1A 7N8
Saskatchewan	M. H.C. Wooley Occupational Hygienist Occupational Health and Safety Branch Saskatchewan Labour 1870 Albert Street REGINA (Saskatchewan) S4P 3V7

REMERCIEMENTS

Les membres du Groupe de travail de la qualité de l'air intérieur désirent remercier les organisations, les organismes gouvernementaux et les personnes suivantes pour leur précieux concours lors de l'élaboration de ces directives.

Nous remercions les membres suivants du personnel du Bureau des dangers des produits chimiques, du ministère de la Santé nationale et du Bien-être social qui étaient responsables, à titre de membres du secrétariat technique du groupe de travail, de l'établissement des critères scientifiques à la base des directives et des recommandations, particulièrement Mme T. Arbuckle, M. A. Atkinson, Dr J.A. Buccini, M. N. Collishaw, M. G. Garneys, Dr J.W.S. Jamieson, Mme M.E. Meek, Mme J. Sitwell, Dr R. Tobin et Mme G. Wood. Les personnes suivantes ont évalué certaines données toxicologiques et épidémiologiques: Dr A. Gilman, M. J. Harrison, M. K. Mancuso, Dr R. Morris, M. R. Paolini, M. M. Raizenne, Dr J. Ruddick et Dr G.S. Wiberg*. M. R.G. McGregor du Bureau de la radioprotection et des instruments médicaux de la Direction de l'hygiène du milieu nous a fourni des données sur le radon.

Une partie des travaux de recherche documentaire de l'évaluation et de la rédaction des ébauches préliminaires de la documentation à l'appui a été faite à contrat par les firmes d'experts-conseils suivantes: B.C. Research, Concord Scientific Corporation et T.D.S. Limited; ces directives et la documentation à l'appui ont été annotées pour l'impression par le Dr J.M. Park de Michael Holliday and Associates.

De nombreux organismes fédéraux et provinciaux ont fourni des informations précieuses, notamment des données et de la documentation inédites, ainsi que des critiques constructives et des suggestions utiles. Les représentants de certains de ces organismes ont participé aux réunions du groupe de travail. Nous tenons particulièrement à souligner l'aide et les conseils fournis par M. P. Russell (Société canadienne d'hypothèques et de logement), Dr M. Brownstein (ministère de la Consommation et des Corporations), Dr D. Walkinshaw (Division des recherches sur le bâtiment, Conseil national de recherches du Canada) et M. C.E. Duncan (ministère de l'Environnement de l'Ontario).

* Décédé

1.0 INTRODUCTION

1.1 Données de base

Des critères pour une qualité d'air acceptable en milieu de travail et à l'extérieur existent depuis bien des années. Ce n'est cependant que tout récemment qu'un large public s'est intéressé aux dangers que pouvaient présenter les contaminants en suspension dans l'air intérieur. Cette prise de conscience a été amenée par plusieurs facteurs:

- une tendance à mieux construire étant donné l'accent mis sur la conservation de l'énergie;
- la présence d'une gamme de plus en plus complexe de produits chimiques utilisés dans les matériaux de construction et d'isolation, les meubles, les produits de consommation, les produits de loisirs et les matériaux pour le bricolage;
- l'utilisation de systèmes de chauffage de remplacement qui peuvent émettre des sous-produits de combustion lorsqu'ils ne sont pas bien installés ou conçus;
- la reconnaissance du fait qu'une exposition prolongée même à de très faibles concentrations de contaminants chimiques peut avoir des effets nocifs différés;
- le fait qu'en moyenne, les gens passent la plus grande partie de leur temps à l'intérieur.

1.2 Sources de contaminants dans l'air intérieur

La qualité de l'air intérieur dépend à la fois de celle de l'air extérieur et des caractéristiques des émissions de sources intérieures.

1.2.1 Sources extérieures

Dans presque tous les espaces habités fermés, il y a un échange continuel d'air avec l'extérieur. Tous les contaminants présents dans l'air extérieur se retrouvent donc vraisemblablement dans l'air intérieur. Les principaux polluants de cette catégorie comprennent: le monoxyde de carbone, les oxydes d'azote, les oxydes de soufre, les matières particulaires, l'ozone (et d'autres oxydants photochimiques) et le plomb.

Ces polluants proviennent en grande partie des émissions des automobiles et des industries et d'autres processus de combustion. Lorsqu'il n'y a pas de source intérieure de ces contaminants, les teneurs intérieures sont généralement inférieures aux teneurs extérieures, ou s'en approchent tout au plus.

Le radon-222, polluant naturel, est un gaz radioactif qui se désintègre en espèces radioactives non gazeuses qui peuvent être absorbées par les matières particulaires en suspension et ainsi se déposer dans les poumons. L'eau potable, le gaz naturel, le sol sous-jacent et les eaux souterraines peuvent être d'importantes sources de radon dans les maisons.

1.2.2 Sources intérieures

Les polluants en suspension dans l'air produits à l'intérieur appartiennent à une des trois catégories suivantes:

- ceux qui sont formés par des processus de combustion (chauffage et cuisson);
- ceux qui proviennent des matériaux de construction et des meubles; et
- ceux qui sont liés à l'activité ou à la présence des hommes.

Les teneurs en contaminants de la première et de la dernière catégories ont tendance à varier avec le temps, alors que celles de la deuxième sont vraisemblablement plus constantes, à condition que le taux de renouvellement de l'air demeure constant.

i) Processus de combustion Les chaudières et autres appareils à combustion peuvent constituer des sources de polluants intérieurs, notamment de monoxyde de carbone, principalement lorsqu'ils sont mal ventilés ou qu'ils ne sont pas entretenus régulièrement. Étant donné que la combustion dans les poêles à bois est beaucoup moins complète que dans des chaudières à l'huile et au gaz, les émissions de polluants y sont plus importantes. Bien que les sous-produits doivent être expulsés à l'extérieur, des fuites et un fonctionnement inadéquat de ces appareils peuvent produire des émissions à l'intérieur. Les contaminants produits par les poêles à bois et les foyers comprennent, entre autres, le monoxyde de carbone, des oxydes d'azote et de soufre, des aldéhydes et des hydrocarbures aromatiques cycliques.

Les cuisinières à gaz sont une source importante possible de sous-produits de combustion. Les émissions du four et de la veilleuse ne sont pas toujours rejetées à l'extérieur et peuvent accroître les teneurs intérieures en monoxyde de carbone, en oxydes d'azote et en formaldéhyde.

Les radiateurs au kérosène sont de plus en plus utilisés pour le chauffage ambiant. Étant donné que ces systèmes de chauffage sont rarement raccordés à une cheminée, il y a de nouveau un risque de teneur élevée en contaminants.

L'utilisation inadéquate de kérosène à teneur élevée en soufre et d'appareils mal conçus pourrait entraîner une émission d'oxydes de soufre, ainsi que de certains des sous-produits de combustion susmentionnés.

ii) Matériaux de construction et meubles Les polymères synthétiques utilisés dans les meubles et les matériaux décoratifs peuvent se détériorer lentement, libérant de petites quantités des constituants originaux ou de sous-produits de réaction. Les rideaux, les tapis et les tissus, faits en majorité de fibres artificielles, sont des sources d'une grande variété de contaminants organiques et potentiellement microbiologiques.

Du formaldéhyde est libéré des contreplaqués et des panneaux de particules dans lesquels on a utilisé des résines contenant du formaldéhyde. L'isolant de mousse d'urée formaldéhyde est une importante source de formaldéhyde et probablement d'autres produits gazeux.

Des matières fibreuses comme l'amiante et la fibre de verre se trouvent dans certains matériaux de construction, et peuvent être libérées à l'intérieur, surtout lorsque ces produits sont perturbés au cours de modifications ou de rénovations d'édifices.

iii) Activités humaines Il existe une très grande variété de contaminants produits par les activités humaines.

La fumée de tabac constitue une importante source de pollution de l'air intérieur. Les fumeurs ne sont pas les seuls exposés à la fumée, les autres personnes présentes dans la pièce sont involontairement exposées à des quantités considérables de particules respirables, de monoxyde de carbone et d'oxydes d'azote, ainsi qu'à de nombreux contaminants organiques nocifs. Plus de 50 composants de la fumée de tabac sont reconnus comme ayant des effets néfastes pour la santé, dont douze sont des agents carcinogènes reconnus ou présumés.

Le métabolisme humain influe lui-même sur la qualité de l'air en réduisant la concentration d'oxygène et en augmentant la teneur en dioxyde de carbone. La respiration, la transpiration et la préparation des aliments ajoutent de la vapeur d'eau et des substances odorantes à l'atmosphère intérieure. Il peut y avoir une grande variété d'agents biologiques dans une maison, par exemple, les micro-organismes des occupants, des animaux domestiques et des insectes; des proliférations microbiennes sur les surfaces humides ou dans de

l'eau stagnante. Des pollens, des spores, des débris de cellules et des insectes sont présents dans la poussière provenant à la fois de l'intérieur et de l'extérieur.

Les assainisseurs d'air, les cires pour les meubles, les polis, les nettoyeurs, les peintures, les pesticides, les protecteurs pour tissus, les désodorisants et autres produits fréquemment utilisés dans une maison sont des sources de divers produits chimiques inorganiques et organiques. De nombreuses substances que l'on trouve en milieu de travail peuvent également se trouver dans une maison lorsqu'on s'adonne à un hobby ou que l'on fait du bricolage. De plus, les travailleurs exposés à des produits chimiques dans leur milieu de travail apportent ces contaminants à la maison, dans leurs vêtements. Dans certains cas, cela peut constituer une source particulièrement importante de matières particulaires potentiellement nocives dans l'air intérieur.

2.0 BUT ET PORTÉE

2.1 Objectif

En général, une personne peut être à la maison jusqu'à 70 p. 100 du temps, et dans le cas de certaines personnes (les jeunes enfants, les vieillards et les infirmes), ce pourcentage peut être encore plus élevé. Le groupe de travail a jugé prudent, lors de l'élaboration de recommandations pour l'intérieur, d'assumer que certains segments de la population vivent continuellement à l'intérieur. De plus, certaines personnes peuvent être sujettes à un risque spécial dû à la pollution de l'air intérieur. Il s'agit de personnes dont les processus physiologiques sont soit en voie de développement, soit en voie de détérioration, ou encore celles que des changements pathologiques ou physiologiques empêchent de résister aux effets nocifs de l'exposition à un polluant. Le premier objectif est donc:

> "d'élaborer des directives pour des concentrations de contaminants connus de l'air intérieur des maisons en tenant compte de facteurs comme la sensibilité de certains groupes à un risque spécial, ainsi que des sources et des mécanismes d'action des contaminants".

Ces directives n'assurent probablement pas une protection complète pour la partie hypersensible de la population qui nécessite des mesures extraordinaires.

La nécessité de définir des taux d'aération des pièces d'une maison conformes aux directives sur la qualité de l'air a également été envisagée, mais elle a été considérée comme hors du domaine de compétence du groupe de travail. De plus, prescrire des exigences en matière de ventilation ne constitue qu'une des nombreuses stratégies qui pourrait être adoptée pour la lutte contre les contaminants en suspension dans l'air des maisons. On peut également élaborer des normes pour la conception des maisons et les matériaux de construction, ainsi que celle des biens de consommation. Dans bien des cas, des mesures ayant pour but de minimiser l'exposition aux contaminants chimiques peuvent être prises par les occupants de la maison. L'éducation du public est une stratégie importante pour atteindre une qualité acceptable de l'air intérieur; le groupe de travail a donc défini son deuxième objectif comme suit:

> "élaborer, lorsque c'est possible, d'autres directives ou recommandations pour des mesures visant à préserver ou améliorer la qualité de l'air dans les maisons".

2.2 Définitions de la qualité de l'air intérieur

Le principe directeur est le suivant: l'air à l'intérieur des maisons privées doit être suffisamment exempt de contaminants biologiques, physiques et chimiques pour assurer qu'il n'y a aucun danger, même négligeable, pour la santé et la sécurité des occupants.

Après examen des données disponibles, 17 substances* ou groupes de substances ont été choisies en vue d'une étude approfondie en raison de leurs effets néfastes possibles à la santé et de leur présence possible à l'intérieur des maisons. Des directives exprimées en fonction de leur plage de concentrations ont donc été élaborées pour neuf d'entre elles.

Dans le cas des autres substances, de telles directives n'ont pas été élaborées soit parce que les données de base étaient insuffisantes, soit parce que les limites d'exposition pour les humains étaient considérées comme inadéquates; cependant, toutes les fois que la chose est possible, le présent document fait des recommandations sur les mesures qui peuvent être prises pour diminuer l'exposition aux contaminants à l'intérieur des maisons.

Ces directives valent pour deux catégories de contaminants:

- ceux pour lesquels des recommandations ont été faites quant aux concentrations acceptables;
- ceux pour lesquels des recommandations précisent des mesures pratiques à prendre pour réduire l'exposition.

La Partie A de la Section 4 de ce document traite des contaminants pour lesquels des limites d'exposition ont pu être élaborées en fonction de considérations sanitaires (Section 3.2.1). Ces limites ont été précisées pour les substances suivantes:

- aldéhydes (totaux)
- dioxyde de carbone
- monoxyde de carbone
- dioxyde d'azote
- ozone
- matières particulaires
- dioxyde de soufre
- vapeur d'eau

* Les données sur le radon ont aussi été étudiées mais aucune recommandation n'a été formulée par le Groupe de travail de la qualité de l'air intérieur.

Les effets néfastes possibles des expositions à long-terme ainsi que d'expositions à court terme mais à des teneurs élevées ont tous été envisagés. Deux genres de limites d'exposition sont présentées:

La plage d'exposition acceptable à long terme (ALTER) est définie comme la plage de concentrations à laquelle, d'après la documentation existante, une personne peut être exposée continuellement tout au long de sa vie sans risque pour sa santé.

La plage d'exposition acceptable à court terme (ASTER) est définie comme la plage de concentrations à laquelle, selon la documentation existante, une personne peut être exposée pendant un temps donné sans risque pour sa santé.

Un point important à prendre en compte lors du calcul de la plage d'exposition acceptable est la possibilité d'effets interactifs étant donné qu'un grand nombre de contaminants sont probablement présents en même temps dans le milieu ambiant. Toutes les fois que c'était possible, on a tenu compte des effets synergiques et additifs. Cependant, dans la plupart des cas, les données étaient insuffisantes ou inadéquates pour résoudre complètement cette question.

La Partie B de la Section 4 contient des recommandations pour les expositions à long terme au formaldéhyde, basées sur l'hypothèse le considérant comme un agent carcinogène potentiel pour l'homme. Dans le cas des effets carcinogènes, les directives n'ont pas été formulées exclusivement à partir de considérations sanitaires; on a plutôt établi des normes aussi basses que possible en tenant compte des coûts et de la possibilité technique de s'y conformer, ainsi que des risques sanitaires associés (Section 3.2.2).

La Partie C de la Section 4 du présent document porte sur les contaminants pour lesquels on a considéré qu'il était inadéquat ou impossible de formuler des plages d'exposition acceptables. Ces substances sont:

- les agents biologiques
- les hydrocarbures chlorés
- les matières fibreuses
- le plomb
- les pesticides
- les hydrocarbures aromatiques polycycliques
- les aérosols
- la fumée de tabac.

Des recommandations ont été faites pour réduire ou éliminer l'exposition à ces substances dans les maisons.

La documentation disponible a été étudiée d'une façon très critique au cours de l'élaboration des recommandations faites pour ces 17 substances ou groupes de substances. Les critères et la justification sur lesquels sont basées les présentes directives sont présentés brièvement dans ce document. Une description plus détaillée des critères scientifiques et de la documentation se trouve dans une publication indépendante intitulée "Exposure Guidelines for Residential Indoor Air Quality: Supporting Documentation". Il est certain que ces listes ne représentent pas la gamme complète des composés trouvés à l'intérieur des maisons. Une omission importante concerne le radon et ses produits de désintégration, pour lesquels des recommandations ont été formulées indépendamment par le Sous-comité fédéral-provincial de la surveillance radiologique. Des directives plus précises sur l'exposition à des contaminants ou groupes de contaminants additionnels seront élaborées, et les directives actuelles seront revues, au fur et à mesure que des nouvelles données seront disponibles.

2.3 "Indicateurs" généraux de la qualité de l'air intérieur

2.3.1 Dioxyde de carbone

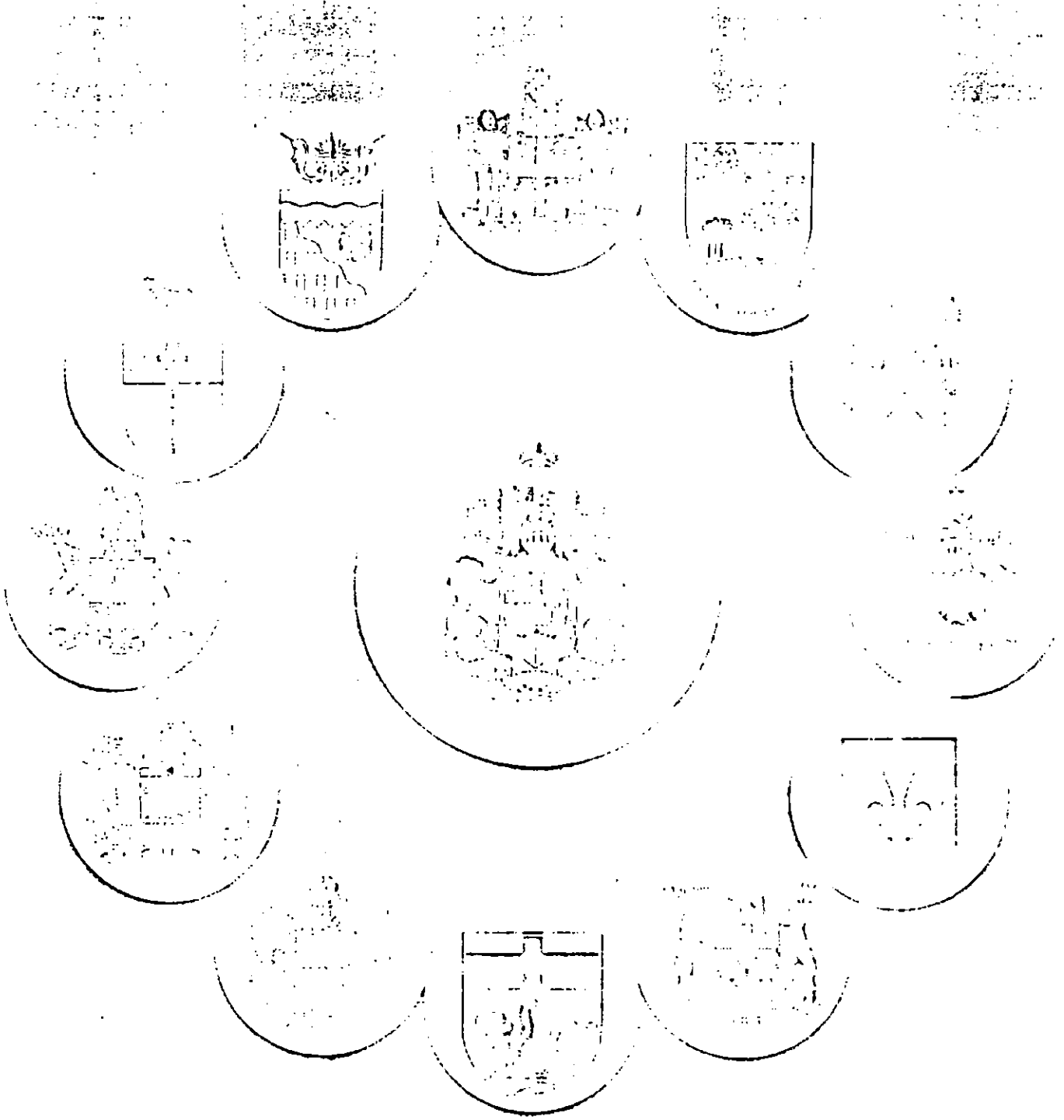
De plus en plus, les plaintes faites par les occupants de certains gros édifices sont liées à une piètre qualité de l'air intérieur. La fréquence de certaines de ces plaintes (maux de tête, fatigue, odeurs déplaisantes, manque d'air et chaleur excessive) a été associée à des teneurs élevées en dioxyde de carbone. On a donc songé à établir une plage de concentrations de dioxyde de carbone correspondant à une qualité d'air acceptable du point de vue du confort et de l'esthétique.

Le dioxyde de carbone est produit par la respiration humaine et sa concentration ne peut être réduite de façon significative que par ventilation. La concentration de dioxyde de carbone dans l'air intérieur dépend donc du débit de ventilation. Le degré de ventilation nécessaire pour maintenir une faible teneur en dioxyde de carbone à l'intérieur des édifices permet également de réduire les concentrations d'autres polluants intérieurs et d'améliorer la qualité générale de l'air à l'intérieur. Le dioxyde de carbone est un indicateur utile de la qualité générale de l'air seulement dans les édifices où il y a d'importantes sources de dioxyde de carbone produit par métabolisme ou par combustion. Ailleurs, comme dans les grandes maisons où il n'y a

Santé et Bien-être social Canada
Health and Welfare Canada

Directives d'exposition concernant la qualité de l'air des résidences

Comité consultatif fédéral-provincial de l'hygiène du milieu et du travail



Canada

qu'un ou deux occupants et où il n'y a aucun appareil de combustion non lié à une cheminée, les teneurs en dioxyde de carbone sont faibles, quel que soit le débit de ventilation.

On a tendance, depuis quelques années, à réduire la ventilation à l'intérieur des maisons afin de diminuer la consommation d'énergie par le chauffage et la climatisation de l'air, ce qui entraîne une augmentation des teneurs en dioxyde de carbone à l'intérieur des maisons et une dégration générale de la qualité de l'air intérieur.

Dans plusieurs études, les facteurs de confort ont été corrélés aux concentrations de dioxyde de carbone. Ensemble, ces études indiquent que des concentrations de dioxyde de carbone supérieures à 1800 mg/m^3 (1000 ppm) prouvent que l'approvisionnement en air frais est inadéquat, bien que des plaintes aient été formulées à des concentrations aussi faibles que 1100 mg/m^3 (600 ppm). Cependant, sur la base d'une étude des effets physiologiques directs d'une exposition au dioxyde de carbone, par opposition aux symptômes subjectifs, on recommande une concentration d'exposition maximale plus élevée (Section 4.A.2).

Il faut cependant remarquer que ces études ont été faites dans des immeubles équipés de systèmes de ventilation mécanique et dont le taux d'occupation est bien différent de celui des maisons privées. De plus, les effets observés ne sont probablement pas attribuables à la présence de concentrations élevées de dioxyde de carbone, mais plutôt à des concentrations indésirables d'autres substances qui proviennent d'une ventilation inadéquate et pour lesquelles le dioxyde de carbone constitue un paramètre indicateur approprié. Il faut donc être très prudent lorsque l'on interprète les concentrations de dioxyde de carbone comme indicateur général de la qualité de l'air dans les domiciles.

2.3.2 Vapeur d'eau

On a aussi considéré l'humidité relative comme un indicateur de la qualité de l'air intérieur. On a conçu des échangeurs de chaleur air-air, à mise en marche et arrêt automatiques à des valeurs définies d'humidité relative, pour faire pénétrer de l'air de l'extérieur. Il est fort possible que le contrôle par des échangeurs de chaleur de cette nature des polluants de l'air intérieur autres qu'un excès de vapeur d'eau soit inadéquat pour les raisons suivantes:

- dans une grande maison comptant peu d'occupants, la teneur en humidité relative peut ne pas s'élever suffisamment pour enclencher le système de

renouvellement de l'air, bien que d'autres polluants puissent être présents à des teneurs inacceptables;

- les changements dans le taux d'occupation au cours d'une même journée influent sur le débit de production de vapeur d'eau, alors que d'autres polluants peuvent être émis continuellement;
- la variation de l'humidité relative intérieure selon la région et la saison nécessitent des réglages différents pour chaque endroit et chaque saison.

L'humidité relative ne constitue donc pas un indicateur général approprié de la qualité de l'air intérieur dans les résidences.

3.0 ÉLABORATION DE DIRECTIVES ET DE RECOMMANDATIONS

3.1 Base de données pour l'élaboration de directives en matière d'exposition

Étant donné que la recherche sur les effets sur la santé de la qualité de l'air à l'intérieur des maisons n'en est qu'à ses débuts, il y a un manque d'informations fiables sur les effets sur la santé causés par une exposition à de faibles teneurs et à des mélanges de contaminants que l'on peut trouver dans les maisons. Le groupe de travail s'en est remis dans la plupart des cas aux résultats d'expériences en laboratoire sur des animaux, d'études cliniques sur des volontaires et des enquêtes épidémiologiques sur la pollution de l'air en milieu urbain et en milieu de travail. Les résultats d'études épidémiologiques et cliniques sont les plus appropriés pour établir des teneurs acceptables d'exposition des humains aux polluants atmosphériques. Néanmoins, l'application de chacun de ces types d'études nécessite un certain nombre d'hypothèses et donc d'incertitudes dans les rapports dose-réponse qui en dérivent.

3.1.1 Études épidémiologiques

La plupart des études épidémiologiques pertinentes des populations ont été faites par observation et non par expérimentation, c'est-à-dire que la répartition des personnes dans les groupes d'études établis en fonction de l'exposition échappent au contrôle du chercheur. Ces études d'observation peuvent de plus être considérées comme des études descriptives, (transversales) ou analytiques, c'est-à-dire en cohorte ou de cas. Dans les études par cohorte, l'exposition et les résultats sont vérifiés avec le temps; ainsi, la qualité des démonstrations faites d'après des études longitudinales est généralement considérée comme supérieure à celle des études transversales, dans lesquelles les populations sont vérifiées à un certain moment donné dans le temps. Les résultats de toutes les études d'observation doivent cependant tous être évalués par rapport aux caractéristiques qui suivent.

a) Estimation des expositions - Dans la plupart des études par observation faites jusqu'à présent, les données sur la pollution sont généralement obtenues à partir d'une ou plusieurs stations de vérification extérieure. Cependant, l'exposition peut varier grandement chez des personnes qui vivent dans un même quartier en raison de conditions climatiques locales et de caractéristiques spéciales du milieu intérieur. Par exemple, dans le cas des polluants qui sont produits principalement à l'extérieur (oxydants, dioxyde de soufre), les concentrations intérieures seront

moindres que les concentrations extérieures; cependant, les teneurs intérieures (dues à des sources intérieures) peuvent présenter des pics temporaires supérieurs avec des effets connexes sur la santé. L'exposition à certains polluants (dioxyde d'azote, monoxyde de carbone) n'est pas bien représentée dans les mesures de l'air ambiant lorsqu'il existe d'importantes sources intérieures de ces polluants. Ce n'est qu'au cours d'études très récentes que des chercheurs ont essayé d'évaluer l'exposition en tenant compte de ces facteurs.

b) Rôle des variables facteur de confusion - Dans les études par observation de populations exposées aux polluants de l'air, de nombreuses variables facteur de confusion comme la condition socio-économique, l'usage du tabac, l'exposition en milieu de travail, les facteurs météorologiques, dont un grand nombre ont un plus grand effet que la pollution de l'air, doivent être pris en considération.

c) Mesures des résultats - Il y a une grande variation dans la méthode de mesure de nombreux indicateurs de l'état sanitaire dans les études faites jusqu'à présent, notamment la fonction pulmonaire, les admissions à l'hôpital et la fréquence des symptômes. Dans bien des études, les résultats sont obtenus par questionnaires, et les réponses peuvent être biaisées par la façon dont ces questions sont posées et les conditions dans lesquelles elles sont posées.

Même lorsque l'étude est bien conçue, l'interprétation des résultats est compliquée. Par exemple, il est souvent difficile d'attribuer les effets observés chez les populations exposées à la pollution de l'air à un seul contaminant. Il est possible que les contaminants étudiés servent d'indicateurs ou de substituts pour un autre contaminant ou groupe de contaminants. Par ailleurs, étant donné que les expositions ne sont pas sujettes au contrôle du chercheur, il est difficile de déterminer si la concentration moyenne ou de point, la variabilité ou quelque autre aspect de la pollution de l'air est le facteur le plus déterminant des effets sur la santé.

En résumé, les études épidémiologiques considérées comme les plus pertinentes pour l'élaboration de directives comportent les caractéristiques suivantes:

- étude longitudinale;
- contrôle adéquat des facteurs de confusion appropriés;

- un certain effort pour prendre en considération les variations individuelles au cours de l'exposition (p. ex., la superficie de la maison, l'utilisation de cuisinières à gaz).

Les études épidémiologiqiues des effets chez la population en général sont considérées comme étant les plus appropriées. Des études de personnes exposées aux polluants en suspension dans l'air peuvent ne pas refléter les problèmes que connaît la population en général étant donné qu'elles ne tiennent pas compte des jeunes, des personnes âgées et des groupes à risque élevé. De plus, les périodes d'exposition et les mélanges de polluants y sont différents de ceux trouvés dans les maisons.

3.1.2 Études cliniques

Bien que ce ne soit pas toujours le cas, les études cliniques sont généralement faites en milieu contrôlé dans des laboratoires. Ces études fournissent probablement les données les plus fiables pour établir des rapports exposition-réponse à la base des normes sur la qualité de l'air. Cependant, les études cliniques se limitent pour des raisons éthiques à l'examen d'effets bénins temporaires d'exposition à court terme chez un nombre limité de sujets. Ces études sont donc plus appropriées pour l'élaboration des limites d'exposition à court terme.

Une bonne étude clinique doit contrôler les variables étrangères et les erreurs expérimentales. La plupart des études cliniques utilisent donc un groupe témoin afin de répondre à cette nécessité. La comparaison avec ce groupe donne donc une bonne indication des effets que les conditions expérimentales exercent sur les personnes exposées. L'introduction d'un tel groupe est très importante si l'on souhaite déterminer l'effet de l'intervention expérimentale.

Afin de réduire davantage les erreurs expérimentales au cours des études cliniques, la répartition des sujets dans les groupes expérimentaux et témoins doit se faire au hasard, c'est-à-dire que tous les sujets doivent avoir une chance égale d'être assignés à un groupe ou à l'autre. Ainsi, l'étude aura une bonne chance d'obtenir des groupes comparables et ainsi les caractéristiques mesurées et inconnues des sujets au moment de la répartition des groupes seront, en moyenne, distribuées de façon uniforme entre les deux groupes. Par ailleurs, étant donné que la plupart des méthodes statistiques sont basées sur des répartitions normales, la répartition au hasard est nécessaire afin de répondre aux hypothèses de la méthode de statistique.

Afin de réduire les erreurs expérimentales au minimum, certaines études utilisent des méthodes selon lesquelles les sujets, et quelquefois même les chercheurs, ne sont pas au courant des interventions assignées à un sujet. L'avantage de ces méthodes aveugles réside dans le fait que la possibilité que les sujets ou les chercheurs favorisent certains résultats basés sur l'état du groupe est réduite.

Ce n'est qu'en utilisant ces méthodes "aveugles" qu'un chercheur peut être raisonnablement assuré d'éviter, autant que possible, les variables étrangères et les erreurs expérimentales. Cependant, il est quelquefois impossible d'utiliser ce genre de méthode pour des raisons pratiques. Si par exemple des chercheurs font des essais sur les effets toxiques de l'ozone et que des sujets et des chercheurs peuvent déceler le genre de traitement par la senteur de l'ozone, il est alors impossible de chercher à faire une étude aveugle. De nombreuses études cliniques des polluants en suspension dans l'air sont limitées de cette façon.

3.1.3 Études animales

Bien que de nombreuses études aient porté sur l'effet des polluants atmosphériques sur les espèces animales, les concentrations d'exposition étaient en général beaucoup plus importantes que celles de l'air ambiant. De plus, l'extrapolation des résultats est compliquée par les différences anatomiques distinctes qui existent entre les voies respiratoires des animaux et celles de l'homme. Par ailleurs, les études se limitent souvent à des concentrations exceptionnellement élevées d'au plus deux polluants plutôt qu'à de faibles concentrations de mélanges de substances que l'on trouve généralement dans les maisons. Cependant, les résultats de ces études sont utiles dans l'identification des organes et des systèmes cibles, dans la clarification des mécanismes de toxicité et dans l'évaluation de la carcinogénicité.

La fiabilité des bio-essais de carcinogenèse faits sur des espèces animales sont évalués en fonction de plusieurs caractéristiques de la méthode utilisée et des résultats de l'étude, notamment l'échelle de l'expérience (c.-à-d. le nombre d'animaux exposés et d'animaux témoins); l'influence de facteurs environnementaux (p. ex., le régime alimentaire): le cheminement de l'agent et la méthode d'exposition; les doses administrées; l'espèce, la souche et le sexe des animaux; le type, l'endroit, la fréquence et la durée du développement des tumeurs ainsi que la nature du rapport exposition-réponse. Des

informations sur la cinétique, le métabolisme et le mécanisme d'action, ainsi que le résultat d'études épidémiologiques chez l'homme, sont également prises en considération lors de l'évaluation de la pertinence des bio-essais de carcinogenèse chez l'homme.

3.2 Méthode utilisée pour l'élaboration des directives en matière d'exposition

Il est essentiel d'établir une relation quantitative entre un polluant donné et ses effets afin d'élaborer des directives précises et justifiées en matière d'exposition. Les termes "exposition-réponse" et "exposition-effet" dénotent justement ce rapport quantitatif. Ces rapports quantitatifs sont difficiles à établir avec précision chez les humains en raison de considérations d'éthique. Néanmoins, les études cliniques et épidémiologiques combinées aux études animales en laboratoire peuvent fournir une quantité substantielle de données quantitatives sur les effets d'une exposition à un polluant donné.

3.2.1 Contaminants non carcinogènes

Les organismes de réglementation ont toujours cherché à établir un degré d'exposition sous lequel il n'y a aucun effet néfaste apparent. Cette valeur appelée "teneur seuil" ressemble beaucoup à la teneur inférieure à laquelle les effets minimaux ou réversibles peuvent être observés, soit "la teneur minimale des effets néfastes observables" (LOAEL). Un facteur de sécurité peut être incorporé dans le calcul d'une norme ou d'une directive réglementaire, selon le nombre et la qualité des études à la base de la LOAEL. Cette méthode a été utilisée dans l'élaboration de directives pour un certain nombre de polluants de l'air intérieur faisant l'objet de ce document.

L'importance du facteur de sécurité dépend dans une grande mesure des trois conditions suivantes: si les données disponibles se rapportent à des humains plutôt qu'à des animaux, si les études ont été faites directement sur les segments de la population présumément exposés au risque le plus élevé, et la qualité des études mêmes. En fin de compte, le choix est basé sur le consensus d'experts, mais il n'a aucune base scientifique justifiable au sens strict.

Étant donné l'incertitude entourant les données obtenues dans des études d'observation, l'Organisation mondiale de la Santé a utilisé un facteur de sécurité de 2 pour ses directives sur l'exposition quotidienne et annuelle aux polluants de l'air; cette valeur a été adoptée lors de l'élaboration de certaines directives précisées dans le présent document.

Dans les cas où il y a suffisamment de données provenant d'études cliniques fiables de changements passagers chez des groupes à risque (par exemple, dans la fonction pulmonaire des asthmatiques à l'exercice), aucun facteur de sécurité n'a été incorporé lors de l'élaboration des directives d'exposition à court terme.

Étant donné la grande variation de la sensibilité individuelle aux irritants, et notamment aux aldéhydes, des directives sur l'exposition à court terme ont été calculées en appliquant un facteur de 5 à la valeur minimale causant une augmentation significative des symptômes d'irritation.

Il a été proposé que des limites d'hygiène en milieu de travail soient adaptées pour l'intérieur en appliquant un facteur de sécurité de façon à tenir compte des différences comme les durées d'exposition, les mélanges de polluants et la sensibilité de la population. Selon le groupe de travail, cette méthode ne peut cependant se justifier scientifiquement sans une connaissance approfondie de la base scientifique des limites en milieu de travail.

3.2.2 Substances carcinogènes

On croit qu'il ne peut y avoir aucune teneur limite acceptable pour les substances carcinogènes. Dans ces cas, tous les degrés d'exposition sont dangereux, bien qu'aux très faibles concentrations, les risques pour la santé soient si minimes qu'ils sont indécelables. Dans le cas des substances carcinogènes, le calcul des limites d'exposition acceptables à l'aide de teneurs minimales des effets néfastes observables (LOAEL) et de facteurs de sécurité obtenus expérimentalement semble inapproprié.

L'idéal serait d'éviter toute exposition aux substances carcinogènes connues ou présumées. Cependant, il est parfois impossible d'éliminer certains agents carcinogènes de l'environnement. Les teneurs maximales des plages d'exposition indiquées dans le présent document pour le formaldéhyde, substance carcinogène présumée, sont les teneurs minimales atteignables auxquelles il n'y a aucun risque déraisonnable pour la santé publique.

Afin de vérifier le niveau de risque ou la probabilité d'une réaction néfaste aux faibles concentrations que l'on peut rencontrer dans l'environnement, diverses méthodes statistiques ont été élaborées pour prévoir la forme de la courbe dose-réponse à des doses inférieures à celles administrées au cours des études expérimentales. La forme de la courbe dose-réponse extrapolée peut influer considérablement sur la valeur des teneurs d'exposition

auxquelles il semble y avoir un risque négligeable pour la santé humaine, les estimations variant quelquefois de plusieurs ordres de grandeur selon le modèle mathématique utilisé.

Au cours de l'élaboration de directives sur l'exposition à long terme au formaldéhyde, les méthodes mathématiques utilisées pour calculer le risque de cancer ont été sélectionnées en tenant compte, le plus possible, des données sur les mécanismes de réaction. Il faut néanmoins reconnaître que les risques calculés à de faibles expositions ont probablement été surestimés en raison des hypothèses prudentes à la base des modèles mathématiques.

3.3 Méthodes de surveillance

Les méthodes de surveillance de la qualité de l'air intérieur n'ont pas encore été normalisées. De nombreuses études ont été faites en combinant des méthodes et des instruments anciens (également utilisés pour surveiller la qualité de l'air ambiant) avec des méthodes et des instruments récents. À l'heure actuelle, la tendance est aux petits instruments portatifs qui peuvent servir à la fois d'indicateurs personnels ou dans des stations pour une zone. Des indicateurs personnels passifs et actifs qui mesurent les teneurs en matières particulaires (filtres) et en gaz (absorbeurs et adsorbeurs) ont été mis au point. Ces nouveaux appareils peuvent être utilisés à l'intérieur étant donné qu'ils sont petits et silencieux. Ils offrent également la possibilité d'évaluer les teneurs en polluants près de la zone d'inhalation de chaque personne, permettant ainsi d'évaluer directement l'exposition de chaque personne.

La surveillance pour assurer le respect des directives en matière d'exposition à court terme ne doit se faire que lorsque les "pires cas possibles" sont prévus et les méthodes de surveillance doivent être conçues de façon à obtenir une évaluation précise de l'exposition réelle de chaque occupant. Il est recommandé de prélever les échantillons au moment et à l'endroit où l'on prévoit les concentrations maximales et d'utiliser les durées moyennes prescrites pour l'ASTER.

Dans le cas des expositions à long terme, il est plus difficile de préciser les méthodes de surveillance appropriées. L'échantillonnage doit se faire sur des périodes suffisamment longues pour tenir compte des fluctuations diurnes, saisonnières ou autres. L'importance et la fréquence des fluctuations peuvent varier considérablement d'un contaminant à l'autre et en fonction du type d'habitation, de l'emplacement et de l'activité des

occupants. Dans bien des cas, les moyennes annuelles ont servi de base pour le calcul des normes de qualité de l'air à long terme. Il arrive souvent que les moyennes annuelles soient basées sur un échantillonnage aléatoire de données moyennes de 24 heures. Les moyennes mensuelles ou hebdomadaires sont généralement établies à l'aide des moyennes quotidiennes, bien que les indicateurs passifs actuellement sur le marché permettent des périodes de prélèvement de 7 à 90 jours.

Il est recommandé d'utiliser une période d'échantillonnage de 24 heures et de prélever les échantillons au moment où l'on prévoit les concentrations maximales. Lorsque les concentrations dépassent la plage d'exposition à long terme prescrite, d'autres échantillons doivent être prélevés pour savoir si les teneurs resteront élevées ou s'il y aura des fluctuations abaissant la concentration annuelle moyenne dans les limites des valeurs indiquées dans les directives.

Lorsque les teneurs en contaminant dépassent les limites de toute plage d'exposition recommandée, la cause du problème doit être identifiée. Il faut alors prendre les mesures qui s'imposent ou demander conseil auprès des autorités médicales.

4.0 DIRECTIVES ET RECOMMANDATIONS

PARTIE A: SUBSTANCES ASSUJETTIES À DES DIRECTIVES D'EXPOSITION - EFFETS NON CARCINOGÈNES

4.A.1 Aldéhydes*

Dans les cas où plus d'un aldéhyde est décelé dans l'air intérieur, la somme de $\frac{C_1}{C_1} + \frac{C_2}{C_2} + \frac{C_3}{C_3}$ ne devrait pas dépasser 1, où C_1, C_2 et C_3 sont respectivement des concentrations de formaldéhyde, d'acroléine et d'acétaldéhyde mesurées pendant cinq minutes et C_1, C_2 et C_3 sont:

C_1 (formaldéhyde) - 120 µg/m^3 (0,10 ppm)
C_2 (acroléine) - 50 µg/m^3 (0,02 ppm)
C_3 (acétaldéhyde) - 9000 µg/m^3 (5,0 ppm).

Les concentrations d'aldéhyde dans l'air intérieur sont généralement supérieures à celles de l'extérieur. Les principales sources sont les cuisinières à gaz, les radiateurs au kérosène et la fumée de tabac. On ne connaît pas encore l'identité de tous les aldéhydes produits au cours de la combustion incomplète des combustibles organiques, mais des mesures à l'intérieur des maisons ont indiqué que le formaldéhyde, l'acétaldéhyde et l'acroléine sont les principaux aldéhydes présents.

Les concentrations d'acroléine dans l'air intérieur varient de 2 à 50 µg/m^3 (0,001 à 0,02 ppm); des données limitées indiquent que les teneurs en acétaldéhyde sont en moyenne d'environ 17 µg/m^3 et varient de 1 à 48 µg/m^3.

Le principal effet des aldéhydes atmosphériques sur la santé est l'irritation des yeux, du nez et de la gorge. Dans le cadre d'études cliniques récentes, on a relevé une augmentation significative des symptômes d'irritation suite à une exposition à des teneurs en formaldéhyde supérieures à 1200 µg/m^3 (1 ppm) (périodes d'exposition de 1,5 à 30 minutes). Les données découlant d'études d'observation des populations exposées au formaldéhyde en milieu de travail, dans des édifices publics ou des maisons privées, sont moins fiables à cause des limites des études effectuées jusqu'à maintenant. Dans le cas des meilleures études, les symptômes d'irritation n'ont pas été associées à une exposition à des teneurs inférieures à 600 µg/m^3 (0,5 ppm).

* Voir aussi la Section 4.B.1, "Formaldéhyde".

On dispose de peu de données fiables sur les teneurs des autres aldéhydes qui provoquent des symptômes. L'acroléine est l'un des aldéhydes les plus irritants identifiés dans l'air intérieur, la plupart des personnes signalant une irritation des yeux à des teneurs inférieures à 1 mg/m^3. Une augmentation significative des symptômes d'irritation des yeux a été associée à une exposition à des teneurs d'à peine 210 µg/m^3 (0,09 ppm); cependant, cette même étude indique une teneur de 800 µg/m^3 ne provoquant qu'une faible irritation des yeux. Une grave irritation est produite par une exposition à des teneurs de 1900 µg/m^3 (0,8 ppm). Aucun effet chronique n'a été signalé suite à une exposition à l'acroléine et il n'y a aucune preuve de carcinogénicité dans les bio-essais à long terme faits sur des animaux en laboratoire.

L'acétaldéhyde est beaucoup moins irritant que l'acroléine; les symptômes d'irritation ont été associés seulement à l'exposition à des teneurs supérieures à 46 mg/m^3 (25 ppm). Dans un bio-essai à long terme fait sur des rats, d'importantes augmentations de la fréquence d'adénocarcinomes nasaux et d'épithéliomas malpighiens de la peau ont été observées après inhalation d'acétaldéhyde; cependant, les doses administrées (1400, 2700 et 500 mg/m^3; 750, 1500 et 3000 ppm) et les taux de mortalité ont été extrêmement élevés au cours de cette étude. De plus, les données disponibles dans un rapport publié dans cette étude étaient insuffisantes pour permettre une évaluation quantitative significative du risque.

Les valeurs recommandées de C_1, C_2 et C_3 sont de 5 à 10 fois inférieures aux concentrations à l'origine des augmentations importantes des symptômes d'irritation. Les concentrations correspondant aux données ci-dessus doivent être suffisamment faibles pour minimiser les effets irritants additifs des aldéhydes particuliers chez la population en général.

4.A.2 Dioxyde de carbone

D'après des considérations d'ordre sanitaire, la plage d'exposition acceptable à long terme (ALTER) du dioxyde de carbone dans l'air intérieur des maisons est inférieure ou égale à 6300 mg/m^3 (inf. ou égale à 3500 ppm).

Le dioxyde de carbone est un gaz incolore, inodore et inflammable produit par les processus métaboliques et la combustion de combustibles fossiles.
Sa concentration moyenne dans l'atmosphère est d'environ 620 mg/m^3 (~340 ppm), mais ses teneurs varient considérablement selon le temps et l'endroit.
Les concentrations ont tendance à être plus élevées à l'intérieur qu'à

l'extérieur. Les cuisinières à gaz et les radiateurs au kérosène non branchés à une cheminée sont les principales sources de CO_2 à l'intérieur, mais dans les pièces mal aérées, les concentrations peuvent dépasser 5400 mg/m^3 (3000 ppm) à cause du seul métabolisme humain.

Une augmentation de la concentration ambiante de dioxyde de carbone entraîne une augmentation de l'acidité dans le sang ainsi que de la fréquence et de l'amplitude respiratoires. Après une exposition de plusieurs jours, la régulation des teneurs en dioxyde de carbone du sang se fait par les reins et le métabolisme du calcium des os. Ce dernier processus cause une certaine déminéralisation des os. Une exposition à des concentrations de 27 000 mg/m^3 (15 000 ppm) et plus pendant plusieurs jours a entraîné des changements réversibles dans la membrane pulmonaire des cobayes. Chez l'homme, des expositions à des concentrations de CO_2 de plus de 90 000 mg/m^3 (50 000 ppm) ont produit des effets sur le système nerveux central comme des maux de tête, des étourdissements et des distorsions de la vision. On a également observé des effets cardio-vasculaires à des concentrations semblables. Des symptômes subjectifs comme la fatigue, une perception accrue de la chaleur et d'odeurs déplaisantes, ainsi que des maux de tête, ont été associés à des concentrations de dioxyde de carbone de 900 à 5800 mg/m^3 (500 à 3200 ppm).

Dans certaines de ces études, les symptômes peuvent avoir été causés par d'autres substances, le dioxyde de carbone étant utilisé comme paramètre substitut pour mesurer la qualité de l'air (Section 2.3.1).

La plus faible concentration à laquelle on a observé des effets néfastes à la santé chez les humains est de 12 600 mg/m^3 (7000 ppm), teneur à laquelle on a observé une acidité accrue dans le sang après une exposition continue de plusieurs semaines. Une exposition à une concentration maximale de 6300 mg/m^3 (3500 ppm) devrait fournir une marge de sécurité suffisante pour prévenir des changements indésirables de l'équilibre acide-base et les phénomènes subséquents d'adaptation, notamment la libération de calcium par les os. Cette concentration comporte également une marge de sécurité convenant aux groupes sensibles. À cette concentration, l'effet du dioxyde de carbone en tant que stimulant de la ventilation pulmonaire serait très faible et n'augmenterait donc pas trop la dose absorbée des autres polluants présents dans l'air.

Les changements dans l'équilibre acide-base et la libération de calcium par les os se font en réaction à une exposition chronique au dioxyde de carbone plutôt qu'à la suite de brèves excursions dans de telles concentrations. Ainsi, une plage d'exposition à court terme n'est donc pas nécessaire pour cette substance.

4.A.3 Monoxyde de carbone

Les plages d'exposition acceptables à court terme (ASTER) du monoxyde de carbone dans l'air intérieur des maisons sont:

inf. ou égales à 11 ppm - concentration moyenne de 8 heures
inf. ou égales à 25 ppm - concentration moyenne d'une heure

Le monoxyde de carbone est un gaz incolore, inodore et insipide produit par la combustion de matières carbonées ainsi que par le métabolisme humain. Il se combine avec l'hémoglobine pour former de la carboxyhémoglobine (COHb) qui restreint l'approvisionnement des tissus corporels en oxygène. Les concentrations endogènes de carboxyhémoglobine sont d'environ 0,5 p. 100 de l'hémoglobine totale (notation: 0,5 COHb p. 100).

Parmi les sources de monoxyde de carbone dans l'air intérieur, on peut mentionner les appareils au gaz et à l'huile, la fumée de tabac et l'infiltration d'oxyde de carbone de l'air pollué provenant de l'extérieur. On a mesuré en milieu rural des concentrations de monoxyde de carbone dans l'air extérieur de 0,05 à 0,9 mg/m^3 (0,04 à 0,8 ppm) et, en milieu urbain, des concentrations pouvant atteindre 57 mg/m^3 (50 ppm); des valeurs de 1,1 à 11 mg/m^3 (1 à 10 ppm) sont cependant plus normales. Les concentrations à l'intérieur suivent généralement ce profil, sauf dans les maisons où il y a des appareils à combustion mal reliés ou non liés à une cheminée. On a signalé des concentrations d'oxyde de carbone d'environ 115 mg/m^3 (100 ppm) dans la cuisine de certaines maisons, immédiatement après avoir utilisé la cuisinière à gaz pour la cuisson.

On a montré que des expositions à des concentrations de monoxyde de carbone entraînant des concentrations de carboxyhémoglobine d'environ 2,5 à 10 p. 100 ont des effets néfastes sur le système cardio-vasculaire, diminuent la capacité d'exercice et nuisent au rendement psychomoteur. Des concentrations élevées de carboxyhémoglobine chez les femmes qui fument pendant leur grossesse ont été associées au faible poids à la naissance et au retard d'apprentissage de leurs enfants. Certains groupes de personnes sont plus exposés aux effets délétères du monoxyde de carbone, notamment les personnes

qui souffrent de maladies cardio-vasculaires, cérébro-vasculaires et vasculaires périphériques, les foetus, les nouveau-nés, les femmes enceintes et les personnes vivant à haute altitude.

Des résultats expérimentaux indiquent qu'en général, ces personnes peuvent tolérer des augmentations de la concentration de carboxyhémoglobine de 1,5 p. 100: les directives sont conçues pour veiller à ce que les augmentations dues au monoxyde de carbone ambiant demeurent inférieures à cette limite. Étant donné que les concentrations de carboxyhémoglobine dépendent des concentrations de monoxyde de carbone et d'oxygène, les concentrations sont exprimées sous forme de rapport (en parties par million par volume) de façon à ce que les directives soient indépendantes de la pression ambiante.

4.A.4 Dioxyde d'azote

Les plages d'exposition acceptables du dioxyde d'azote dans l'air intérieur des maisons sont:

ALTER: inf. ou égales à 100 µg/m^3 (inf. ou égales à 0,052 ppm)
ASTER: inf. ou égales à 480 µg/m^3 (inf. ou égales à 0,25 ppm) - concentration moyenne d'une heure.

Le dioxyde d'azote (NO_2) est le seul oxyde de l'azote reconnu comme ayant des effets néfastes à la santé aux concentrations que l'on peut trouver dans l'air intérieur.

Les principales sources extérieures de dioxyde d'azote sont les émissions industrielles et des véhicules. En général, les concentrations de NO_2 dans l'atmosphère des villes sont supérieures à celles des campagnes, indiquant l'importante "contribution" des sources technologiques. En Amérique du Nord, les teneurs de base en NO_2 en milieu rural sont inférieures à 19 µg/m^3 (0,010 ppm). Dans les grands centres urbains, les teneurs en dioxyde d'azote atteignent au moins le double de cette valeur. De 1977 à 1981, les teneurs annuelles moyennes en dioxyde des grands centres urbains du Canada ont baissé de 60 à 44 µg/m^3 (0,031 ppm à 0,023 ppm). La moyenne annuelle la plus élevée signalée au Canada (80 µg/m^3; 0,042 ppm) a été mesurée dans un site commercial en 1981.

Les cuisinières à gaz et les appareils à combustion non branchés à un évent sont les principales sources de dioxyde d'azote à l'intérieur des maisons. Le rapport intérieur/extérieur des concentrations de dioxyde d'azote est généralement inférieur à 1 dans les maisons où il n'y a aucune importante

source intérieure, et supérieur à 1 dans les maisons où il y a une cuisinière à gaz ou d'autres appareils à combustion. Les familles vivant en milieu rural ou dans des endroits où la population est faible, et qui utilisent le gaz pour la cuisson, sont exposées à des teneurs en dioxyde d'azote d'environ 30 $\mu g/m^3$ (0,015 ppm), bien que l'on ait signalé des concentrations de 100 $\mu g/m^3$ (0,050 ppm) dans certaines maisons.

L'interprétation des résultats des études épidémiologiques sur les effets néfastes à la santé associés à l'exposition au dioxyde d'azote est difficile en raison du manque de données précises sur l'exposition et de l'effet de facteurs trompeurs comme l'exposition à des polluants autres que le dioxyde d'azote. En dépit de ces limitations, les études épidémiologiques ont fourni certaines données utiles sur les rapports exposition-effets. Dans ces études, on a observé une prédominance accrue des troubles respiratoires chez les adultes et les enfants chroniquement exposés à des teneurs moyennes de près de 200 $\mu g/m^3$ (0,10 ppm) en dioxyde d'azote.

Les résultats d'études cliniques indiquent que les sujets normaux et les sujets asthmatiques peuvent être victimes d'effets respiratoires néfastes lorsqu'ils sont exposés pendant de courtes périodes à environ 960 $\mu g/m^3$ (0,5 ppm). Les effets à court terme d'une exposition à des teneurs en dioxyde d'azote inférieures à 960 $\mu g/m^3$ (0,5 ppm) n'ont été examinés que dans quelques études. Une "teneur ne causant aucun effet néfaste" ne peut être identifiée avec exactitude à partir des résultats de ces études; un facteur de sécurité de 2 doit donc être appliqué pour obtenir l'exposition acceptable à court terme recommandée.

4.A.5 Ozone (Oxydants)

La plage d'exposition acceptable à court terme (ASTER) de l'ozone dans l'air intérieur des maisons est inférieure ou égale à 240 $\mu g/m^3$ (inférieure ou égale à 0,12 ppm) - concentration moyenne d'une heure.

L'infiltration de l'air extérieur constitue la principale source d'oxydants dans l'air intérieur. L'ozone, le dioxyde d'azote, le peroxyde d'hydrogène et les peroxyacylnitrates sont des oxydants photochimiques que l'on peut trouver dans l'air intérieur. Le dioxyde d'azote est étudié dans la Section 4.A.4. Des autres oxydants, l'ozone est le plus abondant. Les concentrations d'ozone sont en général bien plus faibles à l'intérieur qu'à l'extérieur, mais peuvent toutefois s'approcher des teneurs extérieures lorsque les fenêtres sont ouvertes. Les concentrations intérieures d'ozone

suivent les mêmes fluctuations qu'à l'extérieur, mais avec un retard d'une heure au plus. Les concentrations extérieures annuelles moyennes des centres urbains du Canada étaient de 30 µg/m^3 (0,015 ppm) en 1979. Les concentrations d'ozone à l'intérieur sont généralement inférieures à 40 µg/m^3 (0,02 ppm) bien que des teneurs de pointe de 200 à 400 µg/m^3 (0,1 à 0,2 ppm) aient été signalées. Dans les maisons, l'ozone peut être produit par l'amorçage des moteurs électriques et par des épurateurs électrostatiques d'air mal installés ou mal entretenus.

L'ozone est un irritant qui peut causer de la toux, des douleurs thoraciques et une irritation du nez, de la gorge et de la trachée. L'ozone a des effets néfastes sur les fonctions pulmonaires chez la plupart des sujets en santé à des concentrations de 600 µg/m^3 (0,30 ppm) ou plus. De plus, l'ozone a des effets néfastes sur les fonctions pulmonaires de sujets sains poussés à l'effort physique à des concentrations inférieures à 600 µg/m^3 (0,30 ppm), pouvant même descendre jusqu'à 240 µg/m^3 (0,12 ppm). Ces constatations sont appuyées par les résultats des études épidémiologiques menées à ce jour. Toutefois, les données épidémiologiques existantes sont insuffisantes et ne peuvent donc servir de base dans l'établissement d'une plage d'exposition à long terme acceptable.

Des personnes exposées à des concentrations d'ozone variant de 200 à 800 µg/m^3 (0,10 à 0,40 ppm) ont présenté des signes de réaction d'adaptation, du moins pour ce qui est de la fonction pulmonaire. Nous ne savons pas encore si cette adaptation est bénéfique ou non à long terme.

5 Matières particulaires

La plage d'exposition acceptable des matières particulaires fines (diamètre aérodynamique médian de la masse inférieur à 2,5 µm-DAMM) dans l'air intérieur des maisons est:

ALTER: inf. ou égale à 40 µg/m^3

ASTER: inf. ou égale à 100 µg/m^3 - concentration moyenne d'une heure

Les matières particulaires atmosphériques sont un mélange de diverses substances physiques et chimiques présentes sous forme de matières solides ou de gouttelettes en suspension dans l'air dont les dimensions varient d'environ 0,005 µm à 100 µm. En ce qui a trait aux effets sur la santé et sur la qualité de l'air intérieur, la plage des dimensions se situe entre 0,1 et 10 µm de diamètre aérodynamique, les particules d'un diamètre

inférieur à ces valeurs sont en général exhalées. La plupart des particules d'un diamètre supérieur à 15 µm sont trop grosses pour être inhalées. Presque toutes les particules d'un diamètre entre 10 et 15 µm se déposent dans la région nasopharyngienne des voies respiratoires alors que les effets sur la santé sont principalement associés au dépôt de particules dans les régions thoraciques (trachéobronchiale et pulmonaire). Les particules appartenant à cette plage de dimension ont été divisées en deux catégories: les particules grossières d'un diamètre d'environ 2,5 µm et plus, et les particules fines d'un diamètre inférieur à 2,5 µm. Ce sont ces dernières particules qui peuvent atteindre les alvéoles pulmonaires.

Les particules retrouvées à l'intérieur des maisons proviennent à la fois de sources intérieures et extérieures, mais les matières particulaires intérieures diffèrent des matières extérieures à la fois par leurs dimensions et leur composition chimique. À l'intérieur, on retrouve principalement des particules fines étant donné que les sources intérieures comme les appareils à combustion et la cigarette produisent généralement les particules fines et aussi parce que les cloisons de la maison agissent partiellement comme un filtre qui empêche les grosses particules d'entrer. Les matières particulaires intérieures contiennent une plus grande fraction de matières organiques que celles que l'on retrouve dans l'air extérieur, principalement en raison des activités ménagères comme la cuisson, le nettoyage et l'utilisation de produits de consommation.

Les concentrations intérieures de matières particulaires fines ont tendance à être plus élevées que les concentrations extérieures. Les concentrations moyennes de particules fines d'un diamètre inférieur à 3,5 µm (matières particulaires en suspension respirables ou MPSR) varient de 20 à 30 $\mu g/m^3$. Des concentrations supérieures ont été observées dans des villes "sales" à teneurs élevées, et dans les maisons de fumeurs ou les maisons chauffées au bois. La fumée de tabac semble être la plus importante source intérieure de matières particulaires, et on a observé que la présence de résidents fumeurs élevait les teneurs en particules fines dans les maisons de 12 à 40 $\mu g/m^3$ par fumeur.

De nombreuses études épidémiologiques indiquent que la santé s'améliore proportionnellement à la diminution des concentrations de matières particulaires en suspension dans l'air. Malgré de nombreuses incertitudes contenues dans ces études, elles fournissent certaines informations utiles sur les teneurs auxquelles on peut s'attendre à des effets néfastes sur la santé.

On a observé un taux de mortalité accru, particulièrement chez les personnes âgées et chez celles qui souffraient de troubles respiratoires ou cardio-vasculaires, lorsque ces personnes étaient exposées à des concentrations de particules (y compris de particules grossières) supérieures à 500 µg/m^3 accompagnées de teneurs élevées en dioxyde de soufre pendant 1 à 4 jours. On a également remarqué un nombre accru d'admissions dans les hôpitaux et de visites dans les cliniques respiratoires dans le cas de personnes exposées à des teneurs semblables, alors que la fréquence accrue des symptômes et des troubles respiratoires a été observée pour la première fois à des teneurs de l'ordre de 250 à 350 µg/m^3 chez les personnes à risque accru étant donné qu'elles souffraient de troubles respiratoires. Chez les enfants, de faibles diminutions dans les mesures de la fonction pulmonaire pouvant durer plusieurs semaines ont également été associées à de courtes expositions à des valeurs voisines de ces teneurs, qui ont été corrélées avec les teneurs extérieures et intérieures en MPSR évaluées à environ 80 µg/m^3. Bien qu'elles ne représentent pas nécessairement les conditions habituelles d'exposition, les études cliniques ont également indiqué que les courtes expositions à des concentrations de matières particulaires fines (mesurées à l'état d'acide sulfurique) supérieures à 100 µg/m^3 pourraient entraîner une irritation et des altérations de la fonction respiratoire chez les sujets asthmatiques et ralentir le dégagement des bronches chez les personnes normales.

Des expositions chroniques de plusieurs semaines à des teneurs moyennes de particules atmosphériques d'environ 180 µg/m^3 de matières particulaires totales en suspension ou de 80 µg/m^3 de particules fines (matières particulaires en suspension respirables ou MPSR) semblent correspondre à la fréquence accrue de symptômes respiratoires et de maladies respiratoires chroniques accompagnés d'une réduction de la fonction respiratoire mesurée chez les adultes et les enfants.

4.7 Dioxyde de soufre

Les plages d'exposition acceptable du dioxyde de soufre dans l'air intérieur sont:

ALTER: inf. ou égales à 50 µg/m^3 (inf. ou égales à 0,019 ppm)

ASTER: inf. ou égales à 1000 µg/m^3 (inf. ou égales à 0,38 ppm) - concentration moyenne de 5 minutes

Le dioxyde de soufre est le principal oxyde du soufre que l'on retrouve dans l'air intérieur. Ses concentrations intérieures sont généralement égales à la

moitié des concentrations extérieures, principalement en raison du fait que la plupart des sources polluantes sont extérieures et que le dioxyde de soufre est facilement absorbé par le mobilier et les tissus.

L'interprétation des résultats des études épidémiologiques existantes sur les effets néfastes que peut avoir sur la santé une exposition au dioxyde de soufre est compliquée par une rareté de données représentatives sur l'exposition et de facteurs troubles comme l'exposition à d'autres polluants atmosphériques. Ces études ont cependant fourni des données utiles quoique incertaines au sujet du rapport exposition/effet. La mortalité excédentaire surtout chez les personnes âgées et celles qui souffraient de maladies cardio-pulmonaires, a été observée chez les populations exposées à des concentrations de dioxyde de soufre supérieures à 300-400 $\mu g/m^3$ (0, 12-0, 15 ppm) pendant des périodes de 24 heures. L'augmentation du nombre d'admissions dans les hôpitaux et du nombre de visites dans les salles d'urgence à également été associée à l'exposition à de telles teneurs. La fréquence accrue de symptômes respiratoires aigus et chroniques et de l'affaiblissement de la fonction pulmonaire a été observée chez les adultes et les enfants exposés pendant de longues périodes (au moins un an) à des teneurs moyennes de 100 $\mu g/m^3$ (0,038 ppm) en dioxyde de soufre.

Des données pertinentes ont également été obtenues à partir d'études cliniques. Cependant, les expositions mesurées dans le cadre de ces études sont courtes et ne représentent pas nécessairement des conditions d'exposition habituelles. Chez les sujets normaux, une résistance accrue au débit des voies aériennes supérieures et du nez ainsi qu'un changement dans le débit mucociliaire ont été observés après une exposition à 2600 $\mu g/m^3$ (1,0 ppm) de dioxyde de soufre; une augmentation réversible de la résistance spécifique des voies aériennes supérieures a été observée chez les asthmatiques exposés pendant de brèves périodes de respiration naturelle à des concentrations supérieures à 1000 $\mu g/m^3$ (0,38 ppm).

4.A.8 Vapeur d'eau

Les plages acceptables de la vapeur d'eau dans l'air intérieur des maisons basées sur les considérations sanitaires sont les suivantes:

30 à 80 p. 100 d'humidité relative - été
30 à 55 p. 100 d'humidité relative - hiver*

* Sauf si elle est retenue par la condensation sur les fenêtres.

En ce qui a trait à la qualité de l'air intérieur, la mesure la plus utile des teneurs en vapeur d'eau est l'humidité relative, qui est le rapport de la concentration de la vapeur d'eau présente et de la concentration nécessaire pour saturer l'air à cette température. L'humidité intérieure est déterminée par l'humidité et la température de l'air extérieur, ainsi que par les sources et les drains intérieurs de vapeur d'eau. Les principales sources intérieures sont le métabolisme des personnes et des animaux et des activités comme le bain, la cuisson, et le lavage et le séchage du linge. La combustion produit également de faibles quantités de vapeur d'eau.

La teneur en humidité de l'air intérieur est limitée par la dilution avec de l'air extérieur plus sec, par la condensation sur les surfaces froides et par l'absorption ou l'adsorption de l'eau par les tissus qui se trouvent dans la maison. En hiver, les maisons chauffées à l'électricité ont vraisemblablement un taux d'humidité relative à l'intérieur supérieur à celui des maisons chauffées par des chaudières à combustion, étant donné que ces dernières ont tendance à augmenter l'infiltration d'air extérieur sec. Dans les maisons canadiennes, l'humidité relative varie de 21 à 68 p. 100.

De concert avec la température et le débit d'air, l'humidité relative influe sur le confort: une humidité relative de 20 à 60 p. 100 à des températures variant de 20 à 25°C est généralement jugée confortable. De longues périodes à un taux d'humidité relative faible assèchent la peau et les muqueuses, ce qui peut entraîner des gerçures et de l'irritation. Une forte humidité à des températures élevées entraîne une augmentation de la transpiration et une perte des électrolytes du sang; des expositions prolongées peuvent entraîner un coup de chaleur ou une insolation. Les groupes pour lesquels une humidité élevée représente un certain risque sont ceux qui souffrent de maladies cardio-vasculaires, les enfants nés deux ou trois semaines avant terme et les personnes âgées. On a remarqué que ceux qui souffrent d'arthrite présentent un plus grand nombre de symptômes lorsqu'une augmentation de l'humidité accompagne une baisse de la pression atmosphérique. Les asthmatiques développent des symptômes de bronchoconstriction après l'exercice plus rapidement lorsqu'ils respirent de l'air à faible teneur en humidité.

Plusieurs espèces de bactéries et de virus survivent mieux à des taux d'humidité faibles ou élevés plutôt qu'à des taux intermédiaires. Des taux d'humidité supérieurs à 50 p. 100 sont censés augmenter les populations de moisissures, de champignons et d'acariens qui sont responsables d'allergies.

Tout porte à croire que la teneur en humidité devrait être maintenue entre 40 et 50 p. 100 pour réduire l'incidence des infections des voies respiratoires supérieures et minimiser les effets néfastes sur les personnes qui souffrent d'asthme ou d'allergies. Une telle plage est cependant difficile à maintenir et l'exposition à des teneurs supérieures ou inférieures n'influe vraisemblablement pas sur la santé de la plupart des personnes.

PARTIE B: SUBSTANCES ASSUJETTIES À DES DIRECTIVES D'EXPOSITION - EFFETS CARCINOGÈNES

Dans le cas de substances reconnues comme agents carcinogènes ou agents carcinogènes potentiels pour l'homme, il faudrait faire en sorte de réduire l'exposition à la plus basse teneur possible. On admet que pour atteindre cet objectif, il faut prendre en compte le coût et la possibilité d'application de mesures correctives et de modifications technologiques. On a donc jugé souhaitable de formuler des directives d'exposition, à la fois, en fonction d'une teneur qui peut être atteinte maintenant (teneur d'action) et d'une teneur qui peut être atteinte à plus long terme (teneur cible).

B.1 Formaldéhyde*

Les directives d'exposition concernant le formaldéhyde dans l'air intérieur des maisons sont les suivantes:

TENEUR D'ACTION: 120 µg/m^3 (0,10 ppm)
TENEUR CIBLE: 60 µg/m^3 (0,05 ppm)

Le formaldéhyde est un gaz incolore à odeur forte qui se combine facilement avec l'eau pour former un composé non volatil. Il a tendance à être absorbé par les surfaces et les textiles comme les tapis et les rideaux. Il s'établit un équilibre entre le formaldéhyde dans l'air et celui absorbé par les surfaces et dans les produits du bois comme les panneaux d'aggloméré.

Le formaldéhyde se forme naturellement dans l'environnement et les concentrations extérieures dans les régions isolées sont d'environ 7 µg/m^3 (0,006 ppm). Dans les villes canadiennes, les teneurs à l'extérieur sont d'environ 10 µg/m^3 (0,008 ppm). Les sources artificielles de formaldéhyde comprennent les sous-produits de la combustion et la décomposition de résines de formaldéhyde utilisées dans le bois, le papier, les textiles ou la mousse isolante d'urée-formaldéhyde (MIUF). Deux importantes études canadiennes ont signalé des teneurs moyennes en formaldéhyde de 14 et 42 µg/m^3 (0,011 et 0,034 ppm) dans des maisons non isolées à la MIUF; des teneurs moyennes supérieures ont été décelées dans les maisons isolées à la MIUF (66 µg/m^3; 0,054 ppm). Dans les maisons mobiles, qui en général contiennent une forte proportion de produits de bois pressé fait de résine d'urée-formaldéhyde, ces teneurs ont tendance à être plus élevées que celles dans les maisons isolées à la MIUF.

'oir également Section 4.A.1, "Aldéhydes".

Le formaldéhyde est un intermédiaire vital dans le métabolisme normal des cellules. Il sert pour la synthèse des purines, des pyrimidines et de bien des acides aminés et lipides; de plus, c'est une molécule clé du métabolisme du carbone. Il est présent en faibles concentrations dans les liquides organiques et une exposition à des sources externes n'augmente pas sensiblement ces teneurs.

Le formaldéhyde gazeux est un irritant sensoriel affectant principalement les voies nasales, la respiration et les yeux (Section 4.A.1). De plus, dans deux bio-essais bien faits et une étude plus limitée, le formaldéhyde était carcinogène pour deux souches de rats, produisant une forte incidence de carcinomes des cellules du nez (38 à 50 p. 100) après l'administration d'environ 18 mg/m^3 (15 ppm). Le formaldéhyde est également génotozique d'après un certain nombre d'essais et il est faiblement mutagène dans des cellules humaines cultivées, ainsi que dans d'autres cellules de mammifères, de drosophiles, de champignons et de bactéries. Bien que les études épidémiologiques faites jusqu'à présent fournissent peu de données indiquant que le formaldéhyde est carcinogène pour les humains, cette possibilité ne peut être exclue en raison du manque de données.

En raison de la carcinogénécité possible du formaldéhyde, il serait prudent de réduire le plus possible les concentrations à l'intérieur. La teneur d'action de 120 µg/m^3 est la plus faible teneur considérée comme acceptable à l'heure actuelle. Toutefois, on recommande qu'à l'avenir, et lorsque des mesures correctives s'imposent, il faut s'évertuer à réduire les concentrations sous la teneur cible de 60 µg/m^3.

PARTIE C: SUBSTANCES FAISANT L'OBJET DE RECOMMANDATIONS POUR LA LIMITATION DE L'EXPOSITION

En étudiant la nécessité de directives pour les polluants énumérés dans cette partie, la documentation scientifique a été examinée de la même manière que les polluants énumérés dans les Parties A et B de la présente section. L'élaboration de directives quantitatives d'exposition a cependant été considérée comme non pertinente pour certaines raisons:

- dans certains groupes de substances, des composés particuliers peuvent avoir des propriétés toxicologiques très différentes; la complexité des mélanges a empêché d'établir une directive pour chaque constituant ou pour le groupe dans son ensemble;
- l'établissement de directives sur la qualité de l'air ne constitue probablement pas une stratégie approriée pour limiter les expositions, principalement lorsque l'inhalation n'est pas la voie d'exposition la plus importante;
- l'existence de lacunes dans la base de données scientifiques.

Pour ces substances ou ces groupes de substances, l'information portant sur leurs effets néfastes pour la santé et leurs sources possibles a été fournie et des recommandations qui doivent aider à éliminer ou réduire l'exposition ont été élaborées.

C.1 Agents biologiques

Afin d'éviter bien des ennuis communs à l'intérieur des maisons dus aux agents biologiques, des mesures doivent être prises afin de s'assurer:

- qu'il n'y ait aucune humidité ni condensation excessive;
- que les surfaces soient exemptes de poussière;
- que les sources d'eau stagnante, comme les bassins d'humidificateur, soient toujours propres et désinfectées à l'occasion;
- qu'un degré élevé d'hygiène personnelle soit maintenu.

Le milieu intérieur peut présenter des possibilités de maladies causées par une exposition aux agents biologiques. Ces derniers peuvent comprendre les micro-organismes provenant des personnes, des animaux ou des insectes à l'intérieur de la maison ou encore de proliférations sur les surfaces ou dans l'eau stagnante. La poussière provenant de l'extérieur et de l'intérieur des maisons comprend du pollen, des spores, des cellules, des débris de cellules et des insectes. De telles matières en suspension dans l'air peuvent causer des maladies infectieuses et des allergies chez les personnes vulnérables

vivant dans ces maisons. Ces maladies doivent être étudiées de façon systématique afin d'en découvrir la cause et de trouver un moyen possible de lutter contre de telles expositions. La désinfection ou l'élimination physique des agents lorsque la chose est possible ou divers autres moyens de réduire les teneurs en matières particulaires et le degré excessif d'humidité en sont des exemples. Cependant, étant donné que le degré de sensibilité est différent d'une personne à l'autre, des mesures extraordinaires doivent être prises dans certains cas pour prévenir des symptômes.

Il y a une immense variété d'agents biologiques atmosphériques et il est impossible de prévoir leurs effets possibles sur des personnes vulnérables. La complexité du problème et le manque de données permettant de relier la fréquence de maladies à l'importance de la contamination signifient qu'il est impossible de recommander des limites dans le cas des agents biologiques en général.

4.C.2 Produits de consommation

Il est recommandé que les expositions résultant de l'utilisation de produits de consommation soient maintenues à un minimum en assurant une aération adéquate et en observant toutes les mesures de précaution décrites sur l'étiquette du produit et sur tout document connexe d'information.

Les produits antiparasitaires ne doivent être utilisés qu'en cas de nécessité.

4.C.2.1 Hydrocarbures chlorés

D'importantes quantités d'hydrocarbures chlorés sont produites et utilisées chaque année partout dans le monde. Ils sont présents à l'intérieur des maisons principalement sous forme de solvants, d'agents nettoyants et de propulsifs d'aérosols, et certaines personnes peuvent être exposées à des teneurs relativement élevées dans l'exercice de leur passe-temps préféré. Dans certains cas, des hydrocarbures chlorés peuvent être émis continuellement par des appareils électroménagers; on en a également décelés dans l'eau de boisson.

Les hydrocarbures chlorés sont absorbés dans le corps principalement par inhalation, mais également par la peau et les voies gastro-intestinales; ils ont tendance à s'accumuler dans les tissus adipeux (cerveau, moelle épinière et graisses). En général les patients récupèrent complètement des effets aigus de l'exposition

à des hydrocarbures chlorés volatils, mais après des expositions répétées, les effets néfastes à la santé peuvent inclure des cas de dépression du système nerveux central ou des dommages permanents à ce système, une irritation des yeux et des poumons, ainsi que des lésions cutanées, hépatiques et rénales. Dans le cas du dichlorométhane, le métabolite est le monoxyde de carbone qui peut causer un stress cardio-vasculaire (voir Section 4.A.3).

Dans la maison, les expositions se font principalement par l'utilisation de produits de consommation et peuvent être de courte durée, mais les teneurs peuvent être suffisamment élevées pour produire des effets néfastes à la santé.

4.C.2.2 Produits antiparasitaires

Les produits antiparasitaires comprennent un très grand nombre de produits chimiques divers. Ils sont très utilisés à l'intérieur comme à l'extérieur des maisons, à la fois par les résidents et par des applicateurs professionnels. Ces produits sont utilisés pour lutter contre les insectes dans les maisons, pour prévenir les dommages causés par les insectes aux matériaux, pour traiter les plantes d'intérieur contre les insectes et les champignons, pour traiter les animaux domestiques et désinfecter l'air, l'eau et d'autres surfaces autour de la maison. Une exposition occasionnelle par inadvertance peut se produire étant donné que certains matériaux de construction ou appareils ménagers sont imprégnés d'agents de conservation à base de pesticides et libèrent par conséquent ces produits dans l'air intérieur. Les surfaces de la maison peuvent être imprégnées de pesticides après une utilisation normale, et les aliments préparés ou entreposés dans la pièce pendant ou après l'utilisation de pesticides peuvent également être contaminés. Des pesticides peuvent aussi s'infiltrer dans des maisons après une application à l'extérieur. En plus des ingrédients actifs, de nombreux produits antiparasitaires contiennent des ingrédients "non actifs" comme des solvants, des agents de mouillage et des stabilisants. Ces ingrédients peuvent avoir des tensions de vapeur beaucoup plus élevées que celles des ingrédients actifs, et présenter des teneurs dans l'air plus élevées, et quelques-uns d'entre eux ont également une activité biologique propre.

À la maison, l'exposition à des produits antiparasitaires peut se faire par inhalation et par absorption par la peau, à la suite de contact avec des surfaces traitées à l'aide de ces produits. Des pesticides peuvent aussi être ingérés par suite d'un mauvais usage du produit à proximité d'aliments.

Les données disponibles sur les teneurs d'exposition dans les maisons indiquent que les concentrations atmosphériques de la plupart des pesticides sont très faibles lorsque ces produits sont utilisés de la façon recommandée. En ne suivant pas les instructions fournies, en utilisant une grande quantité de pesticides là où des aliments sont entreposés, préparés ou consommés, en utilisant des pesticides dans des espaces mal aérés, ou en appliquant mal des produits conçus pour utilisation à l'extérieur, on fait une mauvaise utilisation des pesticides; celle-ci est la plus importante cause d'exposition dans les maisons, et les teneurs peuvent être suffisamment élevées pour avoir des effets néfastes à la santé.

Les effets néfastes à la santé de l'exposition à de faibles teneurs à l'intérieur des maisons ont tendance à être non spécifiques, semblables à des maux causés par bien d'autres agents chimiques: des effets respiratoires, des cas de toux, brûlures aux yeux et au nez, de rhinite, de maux de tête, d'étourdissements, de fatigue et de malaises généraux. Deux principaux groupes de pesticides sont des agents inhibiteurs de la cholinestérase qui causent une augmentation de la sécrétion des glandes bronchiales, lacrymales, salivaires et autres, ainsi que la contraction des muscles lisses des bronchioles. Seuls quelques pesticides entraînent des réactions allergiques peu fréquentes. La plupart des pesticides utilisés actuellement au Canada se décomposent rapidement dans les tissus corporels. Aucun pesticide utilisé dans les maisons canadiennes ne s'est avéré carcinogène.

Les produits antiparasitaires sont soumis à une étude et une réglementation sévères par plusieurs ministères fédéraux et provinciaux avant d'être mis sur le marché, ce qui permet de s'assurer que le consommateur ne reçoit que des produits qui, bien que potentiellement toxiques, sont sans danger lorsqu'ils sont utilisés de la façon prescrite et que l'utilisateur dispose des

instructions et des mises en garde adéquates relatives à l'utilisation de ces produits. Au bout du compte, le consommateur est donc responsable de l'utilisation adéquate des pesticides à la maison.

4.C.2.3 Aérosols

Un aérosol peut être constitué de fines particules liquides ou solides en suspension dans l'air ou d'autres gaz; dans les présentes directives, on considère que les aérosols sont des produits de consommation vaporisés sous pression à partir de contenants jetables.

Un aérosol est constitué de trois principaux éléments: l'ingrédient ou les ingrédients actifs, le propulsif, et divers additifs utilisés pour améliorer le produit comme des plastifiants, des résines synthétiques, des agents tensio-actifs et des émulsifiants. Certains produits consistent en un propulsif gazeux seulement et ne produisent donc pas d'aérosol après utilisation.

Les propulsifs d'aérosols actuellement utilisés au Canada comprennent des hydrocarbures comme le propane, le butane et l'isobutane, l'oxyde nitreux, le dichlorométhane (communément appelé chlorure de méthylène), le dioxyde de carbone, le diméthyléther et l'azote. L'oxyde nitreux peut également être utilisé comme propulsif pour les produits alimentaires.

Les aérosols sont formulés à partir d'une grande variété de produits chimiques dont certains ont, à concentration élevée, un potentiel toxique. Certains constituants peuvent faire l'objet d'un examen, et donc d'un contrôle, en vertu de lois fédérales comme la Loi sur les produits dangereux et la Loi sur les contaminants de l'environnement. Par exemple, avant 1980, des fluorochlorohydrocarbures étaient utilisés comme propulsifs dans la plupart des aérosols. Ils sont encore utilisés comme propulsifs d'aérosols dans de nombreux produits, y compris les aérosols pour cuisson, mais l'utilisation comme propulsif du trichlorofluorométhane et du dichlorodifluorométhane a été interdite en vertu de la Loi sur les contaminants de l'environnement comme propulsif dans les fixatifs pour cheveux, les désodorisants et les antisudorifiques.

L'utilisation d'aérosols dans les maisons est généralement de courte durée et intermittente, variant d'environ une ou deux fois par jour pour les désodorisants à quatre fois par année pour les nettoyeurs à fours.

4.C.3 Matières fibreuses

Il faut prendre des précautions pour minimiser l'inhalation des fibres minérales et tout contact cutané avec ces dernières au cours de travaux à domicile de rénovation et de pose de matériaux de construction. On doit examiner périodiquement les matériaux et les produits contenant des fibres pour y déceler tout signe de détérioration. Il faut se renseigner avant d'enlever ou de détériorer des matériaux contenant présumément de l'amiante.

L'asbeste ou amiante est le terme générique de six silicates fibreux utilisés en raison de leur forte résistance à la rupture, de leur durabilité, de leur résistance à la chaleur et aux produits chimiques. Une grande partie de la production totale d'amiante est utilisée dans l'industrie de la construction sous forme de panneaux et de tuyaux d'amiante-ciment. Dans des conditions normales d'utilisation, ces matériaux de construction ne doivent pas laisser échapper de fibres. Ces dernières peuvent cependant se détacher de surfaces friables (par exemple lors de la pulvérisation d'isolant contenant de l'amiante ou lors de l'installation de blocs isolants de faible densité), ou d'autres matériaux de construction au cours de travaux de rénovation ou d'entretien. Les données existantes indiquent qu'en général, les teneurs en amiante à l'intérieur des maisons ne sont pas sensiblement plus élevées que celles de l'air ambiant. Cependant, on a mesuré des teneurs jusqu'à trois ordres de grandeur plus élevées au cours de travaux comme le ponçage du ciment à joints. En vertu de la Loi sur les produits dangereux, l'amiante est maintenant interdit dans la fabrication de la plupart des produits de consommation dont l'utilisation normale émet des poussières respirables.

Une exposition prolongée à des concentrations élevées de fibres d'amiante cause l'asbestose, le cancer du poumon, le mésothéliome et probablement le cancer du larynx ainsi que des tumeurs malignes du tube digestif. Les risques de développer un cas d'asbestose à la suite d'une exposition à des teneurs d'amiante dans l'air intérieur ou l'air ambiant sont probablement infimes. Il est difficile de quantifier les risques de cancer du poumon et de mésothéliome associés à une exposition à des teneurs intérieures (et extérieures) notamment à cause de problèmes inhérents à l'extrapolation des données provenant d'études épidémiologiques, mais surtout à cause de la complexité de l'amiante même (c.-à-d. des variations des risques associés aux dimensions et aux propriétés différentes des fibres). Néanmoins, la possibilité de tels risques est minime.

Les fibres minérales artificielles (FMA) comprennent la fibre de verre, la laine minérale et les fibres céramiques. La fibre de verre compte pour environ 80 p. 100 de toutes les FMA produites et elle est principalement utilisée dans l'isolation thermique ou acoustique. Il existe peu de données sur les teneurs en fibres de verre dans les maisons; les teneurs moyennes mesurées au cours de l'installation d'un isolant à base de fibres de verre variaient de 0 à 8 fibres/mL. Les teneurs dans les maisons ne dépassent probablement pas de beaucoup les teneurs ambiantes, sauf au moment de travaux d'installation ou de modification. Les teneurs dans les édifices publics variaient de 0 à 0,008 fibre/mL.

Les fibres de verre causent une irritation passagère de la peau et des yeux des travailleurs exposés par leur travail. Des études à long terme n'ont permis de mettre en évidence que des corrélations équivoques sur des maladies respiratoires par suite d'une exposition aux fibres de verre; cependant, on a signalé un nombre excédentaire de décès par cancer du poumon, non associés de façon cohérente à la dose ni à la durée, chez des personnes travaillant avec la laine minérale 20 ans et plus après la première exposition. Des nombres de cas un peu moins excédentaires ont été observés chez les personnes travaillant avec la fibre de verre exposées depuis plus de 30 ans. Les données disponibles indiquent que les fibres minérales artificielles sont moins pathogènes que l'amiante, probablement en raison de la répartition de leurs dimensions et de leur moins grande tendance à se fragmenter dans les poumons.

4.C.4 Le plomb

Afin de minimiser l'exposition de la population et particulièrement des enfants au plomb atmosphérique, il est recommandé de nettoyer fréquemment les surfaces qui pourraient être contaminées, et qu'un niveau élevé de propreté globale soit maintenu.

Le plomb atmosphérique existe sous forme de composés de plomb inorganique dans les particules de poussière. Plus de 90 p. 100 des émissions globales de plomb atmosphérique proviennent de sources anthropiques, principalement de la combustion de l'essence au plomb, puis de l'extraction minière et de la fusion de ce métal. Les concentrations atmosphériques de plomb dans les régions éloignées varient de 0,05 à 8 ng/m^3. Les concentrations dans les régions urbaines dépendent de la proximité des routes et des sources industrielles, ainsi que de facteurs comme l'intensité de la circulation

routière, la vitesse du vent et l'altitude. Les concentrations annuelles (moyenne géométrique) de plomb mesurées au Canada ont diminué de façon régulière, passant de 0,74 $\mu g/m^3$ en 1973 à 0,27 $\mu g/m^3$ en 1982.

La principale source intérieure du plomb atmosphérique est l'air extérieur, et les concentrations à l'intérieur ont tendance à être plus faibles que les concentrations à l'extérieur.

La population est exposée au plomb atmosphérique directement par la respiration et indirectement par l'ingestion de plomb déposé sous forme de poussière. Chez les adultes, environ 10 p. 100 du plomb ingéré est absorbé. Chez les jeunes enfants, ce niveau peut atteindre 53 p. 100. La quantité de plomb absorbée par les poumons représenterait de 30 à 50 p. 100 de la quantité totale de plomb inhalé.

Une fois absorbé, le plomb est distribué par le sang dans les tissus mous et le squelette. La présence de plomb dans le sang indique une exposition récente au métal qui possède une demi-vie biologique d'environ 16 jours. La présence de plomb dans le squelette indique une accumulation à long terme du métal et sa demi-vie est de plusieurs décennies.

Le plomb peut produire de nombreux effets toxiques dans l'organisme. Les principaux symptômes de saturnisme sont des cas d'anémie, de crampes abdominales, de constipation, de lésions rénales et d'encéphalopathie. Les enfants sont plus sensibles que les adultes aux effets néfastes du plomb; ils peuvent être irritables et perdre l'appétit. Des difficultés d'apprentissage et une altération des réactions neurocomportementales peuvent survenir suite à une exposition à une faible teneur.

La mesure de l'exposition totale au plomb atmosphérique est incertaine en raison de l'exposition indirecte au plomb atmosphérique déposé sous forme de poussière. Il n'est donc pas possible d'obtenir une concentration acceptable de plomb atmosphérique pour l'environnement intérieur.

Bien que le plomb soit introduit dans le milieu domestique surtout sous forme de polluant atmosphérique, la principale voie d'exposition est l'ingestion de poussières déjà déposées. L'exposition au plomb peut être réduite dans une certaine mesure par un nettoyage fréquent des surfaces, y compris les zones de préparation des aliments.

4.C.5 Hydrocarbures aromatiques polycycliques (PAH)

Il faut veiller à minimiser l'exposition aux hydrocarbures aromatiques polycycliques à l'intérieur des maisons:

- **en s'assurant que les appareils de combustion comme les poêles à bois et à charbon sont installés et entretenus de façon adéquate et fonctionnent dans des conditions d'aération satisfaisantes;**
- **en respectant les directives et les recommandations du présent document pour les matières particulaires et la fumée de tabac.**

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (PAH) constituent une importante classe de composés organiques dont la plupart sont des solides volatils très insolubles dans l'eau. Ils sont fréquemment adsorbés à la surface de matières particulaires et plus de 100 PAH ont été décelés dans des matières particulaires atmosphériques.

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques sont produits lors de la combustion de matériaux contenant du carbone et de l'hydrogène. La combustion du charbon et l'utilisation de moteurs à combustion interne sont considérées comme les principales sources de ce polluant, bien que l'on ait également déclaré que le chauffage au bois des résidences constitue la principale source de PAH aux États-Unis. Les teneurs extérieures mesurées varient de 0,1 à 60 ng/m^3 dans les régions urbaines et de 0,001 à 2 ng/m^3 dans les régions rurales. Les teneurs intérieures dépendent souvent des teneurs de l'air extérieur, mais la cuisson sur charbon de bois (lorsqu'il y a carbonisation des aliments), le mauvais fonctionnement de poêles à bois et de foyers ouverts, ainsi que la fumée de tabac peuvent augmenter considérablement les expositions intérieures. Il y a peu de données quantitatives sur les teneurs en PAH atmosphérique dans les maisons et les limites des méthodes actuelles de prélèvement et de mesure des PAH signifient probablement que les données disponibles ne sont pas fiables.

L'exposition aux PAH est possible par contact cutané, inhalation et ingestion. Bien que l'on ait établi que l'ingestion des aliments compte pour la majorité des cas d'exposition au PAH, les expositions par la peau et par inhalation semblent être plus importantes si l'on considère les effets sur la santé. Dans certains cas particuliers, des concentrations élevées de PAH ont été observées dans l'air et des préoccupations concernant l'exposition aux PAH atmosphériques sont surtout du fait que ces composés peuvent causer le cancer du poumon.

Il y a une carence de données toxicologiques (et surtout de données d'inhalation) sur la plupart des PAH, et presque pas de données sur les mélanges de PAH. Les études épidémiologiques faites sur les humains sont limitées par le fait que les personnes sont généralement exposées à de faibles concentrations de mélanges de PAH, et souvent en présence d'autres polluants. Il est donc impossible d'identifier les effets d'un PAH donné et de quantifier de façon précise les risques pour la santé.

L'absence de données fiables sur lesquelles on pourrait baser les rapports dose-réponse et la difficulté de faire la distinction entre les effets des PAH dans l'environnement et les effets des autres polluants nous empêchent d'établir une directive pour l'exposition aux PAH dans l'air intérieur. Étant donné que certains PAH sont reconnus comme étant des agents carcinogènes, l'exposition à ces substances doit être minimisée.

4.C.6 Le tabac

Étant donné les propriétés carcinogènes du tabac, il est recommandé que toute exposition à la fumée de tabac soit évitée à l'intérieur.

La fumée de tabac est un mélange complexe de substances, notamment le dioxyde de carbone, le monoxyde de carbone, des oxydes d'azote et un grand nombre de matières organiques gazeuses et solides. Plus de 50 de ces composants sont connus pour leurs effets néfastes pour la santé et 12 autres (notamment le chlorure de vinyle, le 2-naphtylamine, le benzo(a)-pyrène et le formaldéhyde) sont des agents carcinogènes reconnus ou présumés. De plus, dans le cas de constituants comme le dioxyde de carbone, du monoxyde de carbone, des oxydes d'azote, du formaldéhyde et des matières particulaires, des directives particulières relatives à la qualité de l'air ont été recommandées ailleurs dans ce document.

Les plus grandes quantités de la plupart des constituants se trouvent dans la fumée émise directement dans l'environnement, par l'extrémité en combustion de la cigarette. Les symptômes signalés par les non-fumeurs exposés à la fumée indirecte de cigarette comprennent notamment l'irritation des yeux, du nez et de la gorge, des maux de tête, la nausée, des étourdissements et une perte d'appétit. De plus, l'odeur persistante et la visibilité réduite causées par la fumée de tabac sont désagréables pour bien des gens.

Des risques accrus de cancer du poumon ont été observés chez des groupes de non-fumeurs exposés à la fumée indirecte de cigarette. Les autres effets présumés pour la santé des non-fumeurs, attribués à la fumée de cigarette,

comprennent notamment l'aggravation de certains troubles comme l'asthme et l'angine de poitrine, des risques accrus d'avortement spontané, de malformations congénitales ou de syndrome de mort subite des nouveau-nés de mères qui fument, ainsi que de retard de développement des enfants dont la mère exposée à la fumée de cigarette pendant sa grossesse. Des risques accrus de troubles respiratoires ont été observés chez les enfants de parents fumeurs, et il a été prouvé que les conjointes non fumeuses de fumeurs couraient un risque accru de décès par cancer des sinus de la face et d'ischémie coronarienne.

Des évaluations ont indiqué que le risque de cancer du poumon causé par la fumée de tabac était significativement plus élevé chez les non-fumeurs exposés de façon répétée à la fumée de tabac que chez les non-fumeurs non exposés. Bien que ces calculs fassent appel à un grand nombre d'hypothèses qui entraînent des incertitudes quant à l'importance réelle du risque, on convient généralement qu'il y a toujours un risque, quel que soit le degré d'exposition à des substances carcinogènes.

GLOSSAIRE

Adénocarcinome:	tumeur maligne d'origine glandulaire.
Aérosol:	particules dispersées dans un gaz.
Allergie:	sensibilité inhabituelle à une substance particulière, comme un aliment, des irritants, etc.
ALTER:	plage d'exposition acceptable à long terme.
Alvéole:	petite cavité (généralement dans les poumons où l'oxygène et le CO_2 sont échangés).
Amiantose:	inflammation pulmonaire chronique causée par l'inhalation de fibres d'amiante.
Anémie:	diminution du nombre de globules rouges ou de leur hémoglobine.
Angine de poitrine:	douleur thoracique accompagnée d'une sensation de suffocation.
Aromatique:	composés dont les propriétés physiques et chimiques ressemblent à celles du benzène.
ASTER:	plage d'exposition acceptable à court terme.
Asthme:	troubles respiratoires (particulièrement allergiques), surtout accompagnés de spasmes rendant la respiration difficile.
Bronches:	une des deux principales divisions de la trachée.
Bronchiole:	petite ramification des bronches.
Carcinogène (agent):	substance produisant le cancer.
Carcinogenèse:	qui produit un cancer.
Cardio-vasculaire:	qui se rapporte au coeur et aux vaisseaux sanguins.
Clairance mucociliaire:	élimination des zones profondes du poumon de particules inhalées, par l'action de l'épithélium muqueux cilié des voies aériennes.
Dermique:	relatif à la peau.
Dermatite:	inflammation de la peau.
Encéphalopathie:	toute affection dégénérative du cerveau.

Endogène:	qui est produit ou qui se développe à l'intérieur de l'organisme.
Épidémique:	qui touche en même temps un grand nombre d'individus (répandu).
Épidémiologie:	étude des épidémies.
Exogène:	qui est dû à des causes externes, qui provient de l'extérieur.
Facteur de confusion:	variable qui modifie l'importance apparente de l'effet sur le risque d'un facteur à l'étude.
Génotoxique:	toxique pour le génome (c.-a-d., DNA).
Hémoglobine:	pigment transportant l'oxygène contenu dans les globules rouges du sang.
Hydrocarbures:	composés d'hydrogène et de carbone.
Ischémie:	réduction de l'approvisionnement en sang d'une partie du corps.
Larynx: (adj. laryngé,e)	organe de la phonation à l'entrée du conduit aérifère, à l'avant du cou.
Mésothéliome:	tumeur maligne constituée à partir du mésothélium.
Morbidité:	nombre des malades pendant une période déterminée.
Morphologie:	anatomie comparative.
Mortalité:	fréquence des décès pour une période donnée.
Muqueuse:	membrane muqueuse.
Mutagène:	agent entraînant des mutations.
Mutation:	changement génétique qui, lorsqu'il est transmis aux descendants, entraîne une variation dans des caractères héréditaires.
Oxydant photochimique:	tout composé chimique qui participe à une réaction d'oxydation en présence de lumière ou d'un autre type de rayonnement.
Pathogène:	agent causant la maladie.
Pesticide:	substance utilisée pour la lutte contre les parasites d'animaux et végétaux des cultures.

Pulmonaire:	relatif aux poumons.
Rénal:	qui se rapporte au rein.
Rhinite:	inflammation de la muqueuse des fosses nasales.
Squameux:	formé ou recouvert d'écailles.
Substitut:	produit qui en remplace un autre.
Synergisme:	effet combiné de drogues, de polluants, etc., qui excède la somme de leurs effets individuels.
Tensio-actif:	agent tensio-actif qui diminue la tension superficielle.
Tératogène:	agent à l'origine de déformations chez le foetus en développement.
Toxicologique:	qui appartient à la toxicologie (étude de la nature et des effets des substances dangereuses).
Trachée:	conduit aérifère inférieur.

Résumé des directives d'exposition

Plages d'exposition acceptables

Contaminant	ASTER	ALTER	Page
Aldéhydes (totaux)	$\Sigma c_i/C_1 < 1$[a]	-	19
Dioxyde de carbone	-	<6300 mg/m^3 (<3500 ppm)	20
Monoxyde de carbone	<11 ppm - 8 h[b] <25 ppm - 1 h[b]	-	22
Formaldéhyde	(c)	(d)	31
Dioxyde d'azote	<480 µg/m^3 (<0,25 ppm) - 1 h	<100 µg/m^3 (<0,05 ppm)	23
Ozone	<240 µg/m^3 (<0,12 ppm) - 1 h	-	24
Matières particulaires[++]	<100 µg/m^3 - 1 h	<40 µg/m^3	25
Dioxyde de soufre	<1000 µg/m^3(<0,38 ppm) - 5 m	<50 µg/m^3 (<0,019 ppm)	27
Vapeur d'eau	30-80% h.r. - été 30-55% h.r. - hiver(f)	-	28

---

[a] C_i = 120 µg/m^3 (formaldéhyde); 50 µg/m^3 (acroléine); 9000 µg/m^3 (acétaldéhyde), et C_1 sont les concentrations respectives mesurées pendant une période de 5 minutes.

[b] Unités exprimées en parties par million (ppm), ce qui permet d'établir des directives indépendantes de la pression ambiante.

[c] Voir aldéhydes (totaux).

[d] Voir page 31.

[e] inf. ou égal à 2,5 µm (diamètre aérodynamique massique médian, DAMM).

[f] Sauf s'il y a limitation par la condensation sur les fenêtres.

Résumé des recommandations en matière de contrôle des expositions

Contaminant	Recommandation	Page
Agents biologiques	Afin d'éviter bien des problèmes communs à l'intérieur des maisons dus aux agents biologiques, des mesures doivent être prises afin de s'assurer: - qu'il n'y ait aucune humidité ni condensation excessive; - que les surfaces soient exemptes de poussière; - que les sources d'eau stagnante, comme les bassins d'humidificateurs, soient toujours propres et désinfectées à l'occasion; - qu'un degré élevé d'hygiène personnelle soit maintenu.	
Produits de consommation (hydrocarbures chlorés, produits anti-parasitaires, aérosols)	Il est recommandé de maintenir les expositions résultant de l'utilisation de produits de consommation à un minimum en assurant une aération adéquate et en observant toutes les mesures de précautions décrites sur l'étiquette du produit et dans les informations connexes. Les produits antiparasitaires ne doivent être utilisés qu'en cas de nécessité.	
Matières fibreuses	Il faut prendre des précautions pour minimiser l'inhalation de fibres minérales et tout contact cutané avec ces dernières au cours des rénovations domiciliaires et de la mise en place de matériaux de construction. Les matériaux et les produits contenant des fibres doivent être examinés périodiquement pour y déceler tout signe de détérioration. Il faut se renseigner avant d'enlever ou de détériorer des matériaux contenant présumément de l'amiante.	
Le plomb	Afin de minimiser l'exposition de la population et particulièrement des enfants au plomb atmosphérique, il est recommandé de nettoyer fréquemment les surfaces qui pourraient être contaminées, et qu'un niveau élevé de propreté globale soit maintenu.	
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (PAH)	On doit minimiser l'exposition aux PAH à l'intérieur: - en s'assurant que tous les systèmes de combustion, comme les appareils de chauffage au bois et au charbon, sont installés et entretenus de façon adéquate et fonctionnent dans des conditions d'aération satisfaisantes; - en observant les directives et les recommandations du présent document relativement aux matières particulaires et à la fumée de tabac.	
Fumée de tabac	- Étant donné les propriétés carcinogènes de la fumée de tabac, il est recommandé que toute exposition à la fumée soit évitée à l'intérieur.	

COLLOQUE-FORMATION EN SANTÉ ENVIRONNEMENTALE
Québec, 15-16 novembre 1988

CHAMPIGNONS MICROSCOPIQUES DE L'AIR INTERIEUR

Eugène Baranovski

Santé et Bien-être social Canada

En général, l'air à l'intérieur des édifices contient des champignons microspiques que l'on retrouve à l'extérieur, surtout des Cladosporium, des Alternaria et des Aureobasidium. De plus on a pu isoler les genres tels que Penicillium, Aspergillus et Trichoderma, et aussi, habituellement, un grand nombre de levures de divers types. Dans certains cas, des nombres élevés de propagules dans l'air correspondent à l'accumulation d'humidité et l'on peut voir des moisissures sur les murs, les tapis, et les autres objets. Dans d'autres cas des systèmes de chauffage, de ventilation ou d'humidification contaminés, ont été incriminés en tant que cause d'une numération élevée de spores à l'intérieur des maisons.

Il est essentiel d'identifier de façon sûre et avec précision les champignons présents dans l'air des maisons. Par exemple, l'identification d'Aspergillus dans l'air d'une maison peut avoir ou ne pas avoir une importance quelconque du point de vue sanitaire. L'espèce Aspergillus niger est un micro-organisme de décomposition très répandu qui ne semble aucunement menacer la santé des humains; on le considère habituellement comme un champignon sans danger. Par ailleurs, Aspergillus fumigatus peut être nocif pour la santé des humains; ce champignon est allergisant, pathogène et producteur de puissantes mycotoxines.

La plupart des mycotoxines sont des métabolites secondaires, c'est-à-dire des substances chimiques qui sont produites lorsque le mycelium vient à manquer de certains nutriments pendant la croissance. La biosynthèse des toxines est un processus qui consomme beaucoup d'énergie mais qui procure probablement au champignon un avantage qui lui permet de concurrencer les autres organismes dans son écosystème.

Les mycotoxines sont des substances chimiques organiques complexes ayant un poids moléculaire généralement supérieur à 200 unités de masse. Elles sont habituellement associées directement aux spores ou aux hyphes des champignons. Certains isolats de la plupart des espèces énumérées au tableau I produisent diverses mycotoxines; tous produisent des métabolites secondaires qui peuvent être des mycotoxines, mais n'ont pas encore été suffisamment analysés.

Les spores des champignons toxigènes contiennent des mycotoxines souvent en très fortes concentrations. Un des principes fondamentaux de l'écologie des champignons veut que les mycotoxines soient concentrées à l'intérieur des spores. Par exemple dans les cas de Aspergillus flavus et A. parasiticus, les concentrations d'aflatoxine dans les spores et le sclérote peuvent atteindre 200 ppm.

Il est bien prouvé que les mycotoxines peuvent être la cause de maladies chez les humains et les animaux. Chez les humains, les mycotoxicoses ont surtout été reliées à l'ingestion de mycotoxines et, par conséquent, les études toxicologiques ont surtout été centrées sur le rôle des mycotoxines en tant que contaminants des aliments. Les plus inquiétantes à cet égard sont les

aflatoxines produites par Aspergillus flavus et A. parasiticus et le groupe de mycotoxines nommé trichothécènes.

Toutes les aflatoxines contiennent un double anneau furanne. L'aflatoxine B1 est hépatotoxique et est l'un des plus puissants cancérogènes qu'on connaisse. Aucun des champignons énumérés dans le tableau I ne semble producteur d'aflatoxines mais Aspergillus versicolor peut produire la versicolorine et la stérigmatocystine, deux substances apparentées aux aflatoxines, qui en contiennent toutes deux le double anneau furanne. La stérigmatocystine est également cancérogène mais son pouvoir est environ 100 fois plus faible que celui de l'aflatoxine B1. On ne connaît pas la toxicité de la versicolorine.

Les trichothécènes possèdent le squelette tricyclique du trichothécane avec un groupe époxy aux carbones 12 et 13. Plus de soixante 12-13-époxytrichothécènes sont produits par diverses espèces de champignons appartenant au genre Fusarium, Myrothecium, Trichoderma, Cephalosporium et Stachybotrys. Les trichothécènes sont de très puissants inhibiteurs de la synthèse des protéines, intervenant au cycle polysomique. Les trichothécènes ont été impliqués dans plusieurs flambées de maladie chez les humains ou les animaux. Un seul des champignons énumérés au tableau I (Trichoderma) produit des trichothécènes comme: la toxine T2, le nivalénol, le désoxynivalénol, qui posent des problèmes dans les récoltes de céréales. Stachybotrys atra peut produire plusieurs mycotoxines appartenant au groupe macrocyclique extrêmement toxique de trichothécènes. Des animaux domestiques, surtout des chevaux, et aussi des humains ont souffert de stachybotrytoxicose. Chez les animaux domestiques, la maladie peut être fatale.

La gliotoxine, un métabolite de A. fumigatus et Trichoderma, est un puissant inhibiteur de la phagocytose par les macrophages, qui a de puissants effets immunosuppresseurs.

Les substances volatiles provenant des champignons sont souvent détectées à leur "odeur de moisissure". Il s'agit de mélanges complexes d'alcools, d'éthers, d'aldéhydes, d'hydrocarbures et de substances aromatiques. La production de substances volatiles varie grandement même entre des genres et des espèces étroitement apparentés. Il existe très peu de données sur les effets chez les humains de l'inhalation des produits volatiles des champignons.

Les principaux effets généraux de l'inhalation de spores de champignons se manifestent au niveau des poumons et du système immunitaire. Toutefois, si le champignon parvient à infecter l'organisme parce que le système immunitaire n'a pas pu empêcher l'invasion, d'autres tissus et organes peuvent être affectés. Les réactions allergiques aux champignons (Conidies uniques ou groupées, fragments d'hyphe, spores, cristaux) dans l'air comprennent des rhinites, de l'asthme et l'alvéolite allergique extrinsèque (c'est-à-dire pneumopathie par hypersensibilité). Bien qu'il n'ait pas toujours été possible de découvrir une corrélation prononcée entre la concentration des spores de champignons et l'incidence des symptômes asthmatiques, le rôle des spores a été clairement défini chez certains individus atopiques. Les allergistes ont habituellement admis que l'asthme induit par les moisissures était entièrement dû à une réaction allergique. Mais il est clair que certaines espèces de champignons comme Aspergillus fumigatus ont des propriétés sévères causées par une infection directe des poumons (aspergillose broncopulmonaire allergique). Il a été signalé que des symptômes chroniques retardés, ressemblant à ceux causés par des infections, peuvent être provoqués par les mycotoxines.

L'inhalation des spores et de propagules de champignons peut induire de la "mycotoxicose

pulmonaire", qui appartient au groupe de maladies causées par des mycotoxines. "L'asthme atypique du fermier" est un exemple de maladie de ce genre.
La concentration des mycotoxines dans les spores et les propagules de champignons peut être très élevée. Le diamètre des spores de nombreuses espèces qui nous intéressent est d'environ 5 micromètres (um). Des particules de cette taille peuvent être inhalées et, par conséquent, déposées dans les alvéoles pulmonaires. D'autres propagules de champignons peuvent vraisemblablement aussi être respirées. Les mycotoxines peuvent facilement être absorbées par les muqueuses des voies respiratoires à cause de leur faible poids moléculaire et de leur solubilité. Les mycotoxines présentes dans les poumons peuvent nuire à l'immunité à médiation cellulaire, et jouer un rôle dans l'apparition d'une alvéolite diffuse.

Le simple fait de savoir qu'il y a un antigène dans l'air a de l'importance lorsqu'il s'agit d'évaluer des réactions allergiques. Mais pour mesurer avec précision les risques pour la santé associés à l'inhalation de mycotoxines, il faut des données quantitatives sur l'exposition à chacune des mycotoxines. Les évaluations quantitatives sont difficiles parce que les concentrations de mycotoxines dans les spores et les propagules transportés par l'air et la poussière de même que la concentration de propagules, ne sont pas toujours uniformes dans toute la maison et peuvent varier avec le temps. Toutefois, des estimations de l'exposition nous sont fournies par une étude menée dans une usine de broyage pour fabrication d'huile d'arachides aux Pays-Bas. Dans cette usine, l'exposition respiratoire moyenne subie par les travailleurs (n=55) a été estimée à 4 ng d'aflatoxine/kg de pc/j. L'exposition a été associée à un risque relatif de 3,2 de cancérogénicité, (c'est-à-dire 3,2 fois plus de risque d'être atteint d'un cancer par comparaison avec le risque pour la population normale). Aussi deux cas fatals de maladies hépatiques dans la population exposée ont été signalés. Cette exposition est faible si on la compare à l'exposition quotidienne estimative aux aflatoxines par ingestion qui est de 10 à 200 ng/kg de poids corporel dans certaines régions du monde. Dans ces régions où l'exposition est élevée, l'incidence des cancers primaires du foie est également élevée (de 4 à 25 par 100,000 personnes par année). Les données dont nous disposons à l'heure actuelle ne sont pas suffisantes pour que nous puissions tirer des conclusions au sujet du potentiel cancérogène des aflatoxines inhalées par comparaison avec celui des aflatoxines ingérées.

Des études avec les animaux d'expérience ont démontré que la toxine T2 est 40 fois plus toxique pour les souris lorsqu'elle est inhalée que lorsqu'elle est ingérée.

Une application locale de trichothécènes sur la peau d'animaux d'expérience peut provoquer une grave intoxication générale (particulièrement du duodénum, etc.) et même la mort.

Dans la plupart des maisons et des bureaux, les spores de champignons ne posent habituellement pas de problèmes mais une multiplication de ces organismes peut survenir dans les zones qui sont constamment humides. Les nouvelles techniques de construction ont augmenté l'humidité à l'intérieur des maisons en même temps qu'elles abaissaient le taux de renouvellement de l'air de sorte que le nombre des moisissures a tendance à augmenter. Ces édifices peuvent devenir suffisamment contaminés pour déclencher des maladies respiratoires comme l'asthme et l'alvéolite allergique extrinsèque. Les symptômes vagues du "syndrome d'hypersensibilité à l'environnement" signalés par les occupants de maisons et d'édifices fortement contaminés par les moisissures, peuvent être dus à des mycotoxines ou aux moisissures qui agiraient comme des antigènes.

Un cas documenté des stachybotryotoxicoses provoqué par un champignon transporté par l'air a été étudié. On croit que la maladie a été causée par l'exposition aux toxines trichothécènes

produits par Stachybotrys atra. Des symptômes comprenant des maux de gorge, des symptômes ressemblant à ceux du rhume et de la grippe, de la diarrhée, des maux de tête, de la fatigue, de la dermatite, de l'alopécie focale intermittente et des malaises, ont été signalés chez les habitants d'une maison de Chicago contaminée par des spores de S. atra. Les spores ont été découverts dans une conduite d'air froid non isolée et dans des carreaux de plafond humides. Un nettoyage de la maison pour enlever les champignons a fait disparaître les symptômes de ses habitants. Il me semble que ce cas de Chicago est comparable à la contamination fongique de l'hôpital St-François-d'Assise à Québec.

Des mycoses généralisées ont été aussi signalées chez des individus exposés à l'air provenant de systèmes de ventilation contaminés.

Les populations à risque

La présence de propagules fongiques, de produits volatiles et de mycotoxines dans l'air peut représenter un danger pour la santé de toute personne.

L'apparition d'une allergie exige une exposition répétée à l'allergène; il est évident que des expositions de ce genre sont plus fréquentes dans les maisons ou les édifices contaminés. Par conséquent, les personnes qui vivent et travaillent dans des zones contaminées sont plus susceptibles d'être affectées. De plus, la gravité des effets peut être fonction de la durée d'exposition.

Il existe peu de publications sur l'exposition aux mycotoxines dans l'air, qui traitent de la question des populations à risque. On sait que certaines mycotoxines sont des agents immunosuppresseurs qui, par conséquent, peuvent prédisposer des individus aux infections opportunistes.

Récemment, le Docteur Miller et ses collègues du Ministère de l'Agriculture du Canada viennent d'étudier et d'évaluer la situation fongique dans les habitations et les grands édifices canadiens. Ils ont déterminé que dans environ 10% des maisons, les paramètres évalués étaient anormaux. Ceux-ci ont une durée variée au cours de l'année. Par contre, dans les édifices "malades" il y a un problème d'environ 30% du temps.

Aussi une méthode a été mise au point, permettant de détecter rapidement les champignons et les produits fongiques dangereux présents dans l'air ambiant. Avec cette méthode, de 80 à 95% des cas peuvent être réglés sans qu'il soit nécessaire de posséder des connaissances spécialisées en mycologie.

Signification de la présence de champignons dans l'air à l'intérieur des édifices : Rapport d'un groupe de travail

Préparé par Santé et Bien-être social Canada
Groupe de travail sur les champignons
dans l'air des maisons

Membres du Groupe de travail

1. Richard S. Tobin, Ph.D. (président)
   Conseiller en microbiologie
   Division de la surveillance et des critères
   Direction générale de la protection de la santé
   Santé et Bien-être social Canada
   Ottawa (Ontario)
   K1A 0L2

2. Eugene Baranowski, M.Sc. (secrétaire)
   Conseiller en toxicologie
   Section des produits chimiques et autres substances
   Division des intoxications environnementales et professionnelles
   Direction générale de la protection de la santé
   Santé et Bien-être social Canada
   Ottawa (Ontario)
   K1A 0L2

3. Andrew P. Gilman, Ph.D.
   Toxicologiste
   Section des produits chimiques et autres substances
   Division des intoxications environnementales et professionnelles
   Direction générale de la protection de la santé
   Santé et Bien-être social Canada
   Ottawa (Ontario)
   K1A 0L2

4. Tine Kuiper-Goodman, Ph. D.
   Toxicologiste
   Section des produits chimiques alimentaires
   Division de l'évaluation toxicologique
   Direction générale de la protection de la santé
   Santé et Bien-être social Canada
   Ottawa (Ontario)
   K1A 0L2

5. J. David Miller, Ph.D.
   Chercheur scientifique
   Centre de recherche sur les plantes
   Agriculture Canada
   Ferme expérimentale centrale
   Ottawa (Ontario)
   K1A 0C6

6. Michèle Giddings, B.Sc. (Sécretariat)
   Section des produits chimiques et autres substances
   Division des intoxications environnementales et professionnelles
   Direction générale de la protection de la santé
   Santé et Bien-être social Canada
   Ottawa (Ontario)
   K2A OL2

Table des matières

MEMBRES DU GROUPE DE TRAVAIL

RAPPORT

1. INTRODUCTION

2. CHAMPIGNONS CROISSANT À L'INTÉRIEUR DES MAISONS
   - Méthodes de collecte et de numération des champignons
   - a) air ambiant
   - b) poussière
   - Potentiel toxigène des champignons
   - Substances chimiques volatiles produites par les champignons
   - Substances chimiques non volatiles et mycotoxines produites par les champignons

3. AUTRES MICROORGANISMES À L'INTÉRIEUR DES ÉDIFICES
   - Bactéries
   - Virus
   - Acariens

4. SIGNIFICATION POUR LA SANTÉ DES HUMAINS DE LA PRÉSENCE DE CHAMPIGNONS DANS L'AIR
   - Inhalation de spores, de champignons
   - Inhalation de mycotoxines et de substances volatiles produites par les champignons
   - a) exposition des humains
   - b) études expérimentales
   - Exposition cutanée
   - Symptômes et épidémiologie chez les humains
   - Populations à risque

5. ESSAIS POUR ÉVALUER LE POTENTIEL DES CHAMPIGNONS QUI PEUVENT CAUSER DES EFFETS NOCIFS CHEZ LES HUMAINS
   - Essais d'allergénicité
   - Essais d'immunotoxicité
   - Essais de cytotoxicité
   - Essais de toxicité orale
   - Essais de toxicité pulmonaire
   - Essais de toxicité cutanée
   - Essais de toxicité générale

CONCLUSIONS

RECOMMANDATIONS

REMERCIEMENTS

BIBLIOGRAPHIE

Signification de la présence de champignons dans l'air à l'intérieur des édifices : Rapport d'un groupe de travail

1. INTRODUCTION

Les programmes de conservation de l'énergie dans les foyers canadiens ont eu pour résultat des épargnes substantielles d'argent et d'énergie. Cependant, l'isolation et le scellement des maisons ont réduit les échanges d'air entre l'extérieur et l'intérieur ce qui a entraîné, dans bien des foyers, l'accumulation de polluants qui s'échappaient autrefois vers l'extérieur. Santé et Bien-être social Canada (SBSC) a reçu de nombreuses plaintes de personnes en mauvaise santé qui vivaient dans des maisons isolées de façon presque étanche. Diverses hypothèses ont été formulées pour expliquer les symptômes signalés en relation avec ce qu'on a appelé "le syndrome des maisons étanches". Par exemple, on a d'abord cru que les gaz dégagés par les isolants vaporisés sur place pouvaient être la cause d'effets nocifs pour la santé dans certaines maisons. Toutefois, les études menées jusqu'à présent n'ont pu permettre d'établir une corrélation nette entre les symptômes que présentent les individus ainsi exposés et la concentration des gaz libérés par les mousses isolantes. Ces études nous ont amenées à une consideration d'autres paramètres, notamment les micro-organismes dans l'air, et plus particulièrement, les champignons. Certains de ces champignons ainsi que leur métabolites, soit des produits volatiles ou des mycotoxines, ont de fait été impliqués dans des cas d'allergies chez les humains, de réactions d'hypersensibilité, d'intoxication et de manifestations pathologiques.

Consommation et Corporations Canada (CCC) a demandé à Santé et Bien-être social Canada d'évaluer dans quelle mesure DES MICRO-ORGANISMES, ET PARTICULIÈREMENT DES CHAMPIGNONS, POURRAIENT ÊTRE LA CAUSE DE MALADIES DANS LES FOYERS CANADIENS, c'est pourquoi SBSC a constitué un Groupe de travail de cinq membres sur les champignons dans l'air des maisons afin de coordonner la préparation d'un rapport sur ce problème. Le Groupe de travail a demandé à dix scientifiques, chacun d'eux étant expert dans divers domaines touchant au problème à l'étude, de

1) rédiger un document de travail sur un sujet donné par le Groupe de travail, et
2) faire un exposé oral devant le Groupe de travail et participer à la discussion subséquente.

Il y aura dans le présent document des renvois aux différents documents de travail préparés par les experts. Le présent rapport est basé sur des renseignements obtenus de ces experts, des informations publiées et inédites et également sur les débats du Groupe de travail.

2. CHAMPIGNONS CROISSANT À L'INTÉRIEUR DES MAISONS

Dans les pays où le climat permet de garder les fenêtres des maisons ouvertes, le nombre de propagules et la diversité des champignons qu'on trouve dans l'air des pièces sont comparables à ce qu'on retrouve à l'extérieur.[1] Il existe un grand nombre d'espèces de champignons dans l'air extérieur mais la plupart de ceux qu'on a pu isoler appartiennent aux genres *Cladosporium, Alternaria, Aureobasidium* et à quelques autres. Ces organismes constituent la principale phyllosphère (mycoflore qu'on retrouve sur les feuilles). Ceci représente ce qu'on peut appeler une situation "normale", c'est-à-dire que l'air ambiant dans les maisons contient presque toujours des propagules qui correspondent aux spores flottant dans l'air extérieur. Au Canada, ce que l'on dit "normal" peut varier, par exemple pendant quelques semaines au cours d'une année dans certaines régions ou pendant des mois ailleurs. Le type et la quantité des spores dans l'air à l'intérieur peut changer même dans les édifices scellés et ventilés.

Il existe un certain nombre d'articles sur les champignons existants dans l'air à l'intérieur des édifices, mais la plupart ont une orientation médicale et contiennent généralement peu de données numériques ou taxonomiques. En général, l'air à l'intérieur des édifices contient des *Penicillium*, des *Aspergillus* et des *Trichoderma* en plus de *Cladosporium*, d'*Alternaria* et d'*Aureobasidium*, et aussi habituellement un grand nombre de levures de divers types. Lorsqu'on mentionne des chiffres, le

nombre estimatif de propagules pour chacune des espèces varie de 0 à $10^4/m^3$. Peu d'auteurs tentent de pousser l'identification des micro-organismes isolés au-delà du genre. Dans certains cas, des nombres élevés de propagules dans l'air correspondent à l'accumulation d'humidité et l'on peut voir des moisissures sur les murs, les tapis, etc. Dans d'autres cas, des systèmes de chauffage, de ventilation ou d'humidification contaminés ont été incriminés en tant que cause d'une numération élevée de spores à l'intérieur des maisons.[2-6]

Samson[7] signale que dans les maisons de l'Europe de l'Ouest, l'air peut contenir divers champignons, particulièrement des deutéromycètes xérophiles (qui sont des micro-organismes de décomposition). Il existe peu de données sur la présence de spores dans les maisons canadiennes, bien que Miller et coll.[8], aient signalé des concentrations élevées d'*Aspergillus fumigatus* et de *Trichoderma viride* à l'intérieur d'une maison où se trouvait un poêle alimenté avec des copeaux de bois.

Il est essentiel d'identifier de façon sûre et avec précision les champignons présents dans l'air des maisons. Par exemple, l'identification d'*Aspergillus* dans l'air d'une maison décrite par Miller et coll.[8], peut avoir ou ne pas avoir une importance quelconque du point de vue sanitaire. *Aspergillus niger* est un micro-organisme de décomposition très répandu qui ne semble aucunement menacer la santé des humains; on le considère habituellement comme un champignon sans danger. Par ailleurs, *Aspergillus fumigatus* peut être nocif pour la santé des humains; ce champignon est allergisant, pathogène et producteur de puissantes mycotoxines. Des données reliées aux espèces peuvent susciter tantôt une inquiétude modérée (lorsqu'il s'agit, par exemple, d'une exposition excessive à un certain nombre de propagules d'*Aspergillus* spp. dans l'air ambiant) tantôt une grave inquiétude (à propos de l'exposition aux propagules d'une espèce particulière d'*Aspergillus*, comme par exemple, *A. fumigatus*).

Il est difficile et onéreux d'identifier les espèces. Par exemple, peu de mycologues canadiens peuvent identifier avec sûreté les deuteromycètes, sans parler de l'échelle à laquelle il faut travailler pour une étude rigoureuse des champignons dans l'air des maisons. Aux États-Unis, les laboratoires capables d'effectuer ce genre de travail exigent de 100 à 250 $ par identification. Même des mycologues chevronnés devraient recourir aux services d'un groupe spécialisé comme l'Institut de recherche en biosystématique d'Agriculture Canada pour la vérification et l'identification de certains types de champignons.

Méthodes de collecte et de numération des champignons

a) *Air ambiant*

Samson[7] et Macher[9] traitent des méthodes courantes d'investigation des champignons dans l'air des maisons. La méthode la plus couramment appliquée pour recueillir les champignons transportés par l'air, soit la sédimentation sur des boîtes de Pétri, est la moins sûre. L'une des méthodes les plus sûre à l'heure actuelle est sans doute le dispositif d'échantillonnage par centrifugation de Biotest (Francfort/FRG). Cette question n'a pas été suffisamment examinée.

Il est important que l'échantillonnage se fasse au moment où l'activité dans une pièce est "normale". Divers facteurs comme les déplacements et l'activité des occupants d'une maison peuvent influer sur la mise en suspension et la sédimentation des spores de champignons. Comme la forme, la grosseur et le poids des spores sont très variables, l'influence de ces facteurs peut être plus ou moins grande. La numération des propagules qui ont poussé sur un milieu, la seule façon qui permette d'identifier la majorité des champignons jusqu'à l'espèce, est problématique étant donné que certaines espèces peuvent croître rapidement sur le milieu de numération et empêcher la croissance d'autres espèces. Le choix du milieu de culture est essentiel; un des milieux choisis devrait permettre la croissance des champignons xérophiles.[7]

Les proportions des différents types de spores qui se trouvent dans l'air (ou le nombre d'unités formatrices de colonie sur une plaque de numération) sont très importantes. Le fait de trouver une spore d'un champignon tel que *Trichoderma viride* dans l'air a, la plupart du temps, une signification différente que la découverte d'une spore de *Aspergillus fumigatus*. Les spores de *Trichoderma* sont enveloppées d'une matière visqueuse de sorte qu'elles ne sont pas très facilement disséminées dans l'air (tant que cette matière reste humide) tandis que les spores d'*Aspergillus* sont sèches et facilement transportées dans l'air. Si les nombres de spores de *Trichoderma* et d'*Aspergillus* sur les copeaux de bois[8] étaient égaux, on pourrait prédire que les proportions de spores d'*Aspergillus* et de spores de *Trichoderma* dans l'air au-dessus de ces copeaux seraient fonction de la teneur en humidité au moment de l'échantillonnage. Il est essentiel de tenir compte de ces faits si l'on veut que les données sur le nombre d'unités formatrices de colonie par échantillon d'air (nombre de propagules viables) aient quelque sens.

b) *Poussière*

On rencontre des problèmes semblables dans l'évaluation des champignons dans la poussière. Des numérations sur plaque peuvent fournir le nombre d'unités formatrices de colonie par gramme de poussière mais la valeur des données obtenues est discutable. Il faudrait tenter de quantifier la biomasse fongique en appliquant des méthodes immunologiques telles que la méthode ELISA (titrage immunoenzymatique utilisant un antigène adsorbé) ou le dosage de l'ergosterol total.

On trouvera au tableau I la liste de certains champignons qui existent dans la poussière des maisons en Europe de l'Ouest et dans l'est du Canada. Certains de ces champignons sont reconnus comme des producteurs d'allergènes (voir la Section 4). La simple découverte de champignons toxigènes n'est pas inquiétante dans la plupart des cas. Les champignons qu'on trouve dans la poussière sont aussi répandus dans le sol et (ou) les détritus, on peut donc s'attendre à les retrouver dans la plupart des échantillons de poussière.

Potentiel toxigène des champignons

Les isolats d'une espèce donnée sont considérés comme étant toxigènes d'après les connaissances acquises sur divers isolats de

TABLEAU I

Certains des champignons qu'on trouve fréquemment dans la poussière des maisons

	Endroit			Signalé comme toxigénique
	Europe de l'Ouest[1]	Ontario[2]	Nouveau-Brunswick[3]	
Cladosporium cladosporioides/herbarum	X	X	X	X[4]
Alternaria alternata	X	X	X	X[4]
Penicillium species[5]	X	X	X	u
P. brevicompactum	X	X	X	X[4]
P. chrysogenum	X			X[4]
P. citrinum	X			X[4]
P. fellutanum/decumbens		X	X	X[4]
P. frequentans	X	X	X	u
P. janthinellum		X	X	u
Trichoderma viride/harzianum		X	X	X[6]
Paecilomyces variotii		X	X	X[4]
Aspergillus versicolor	X		X	X[4]
A. niger	X	X	X	X[4]
A. fumigatus	X	X	X	X[4]
Stachybotrys atra	X	X	X	X[7]
Mucor spp.	X	X		u
Phoma spp.	X	X	X	u

u: inconnu
[1]Samson[1], Gravesen.[3]
[2]Miller *et coll.*, (1985), données inédites basées sur 596 échantillons prélevés dans 93 maisons.
[3]Miller et Holland.[10]
[4]Scott.[11]
[5]D'après Samson, les *Penicillium* les plus fréquemment trouvés dans la poussière des maisons sont des variantes culturales non identifiables. Ceci correspond aux affirmations de Miller dans (2).
[6]Taylor.[12]
[7]Jarvis.[13]

ce même champignon chez qui l'on a pu mettre en évidence un ou plusieurs métabolites toxiques. Par exemple, un isolat de *Fusarium graminearum* devrait, croit-on, produire du désoxynivalénol et un isolat d'*Aspergillus flavus* sécrète des aflatoxines. Mais en réalité, seule une certaine proportion des champignons isolés à partir de sources naturelles sont producteurs des toxines qu'on croit sécrétées par l'espèce. Cette proportion s'établit entre 30 à 70 % dans les isolats analysés de façon appropriée[12-14,15] (Taylor communication personnelle). Par conséquent, l'effet d'isoler une espèce donnée dans un échantillon d'air ou de poussière ne signifie pas nécessairement que le champignon en cause soit capable de produire des toxines. Ceci ne peut être prouvé que par des analyses de la souche isolée. Toutefois, il est prudent de considérer que la souche est toxigène tant que les analyses n'ont pas prouvé le contraire.

La plupart des mycotoxines sont des métabolites secondaires, c'est-à-dire des substances chimiques qui sont produites lorsque le mycelium vient à manquer de certains nutriments pendant la croissance. Les principes de la production de métabolites secondaires sont exposés en détail dans d'autres publications[16-18] et examinés brièvement plus loin. Dans les cultures en masse, la croissance des champignons passe par trois stades : d'abord, une phase de croissance rapide, puis une phase stationnaire (aucune augmentation du poids sec), et enfin une phase destructive. La phase "stationnaire" survient d'ordinaire parce que certains nutriments sont disparus du milieu de culture. Lorsque cela se produit, les cellules, même si elles disposent de tous les autres nutriments requis et se trouvent dans des conditions physiques satisfaisantes, entrent dans une sorte de "déséquilibre et des pools de métabolites primaires, notamment divers acides aminés, l'acétyle CoA et le malonyle CoA s'accumulent et deviennent disponibles pour la biosynthèse de métabolites secondaires.

Les trois phases de la croissance se produisent également dans la nature.[19] Certaines toxines ne sont pas des métabolites secondaires mais bien des métabolites primaires produits pendant la phase de croissance rapide et peut-être aussi durant la phase stationnaire. Bon nombre d'autres mycotoxines ne sont pas encore bien décrites.

Il semble que des conditions très spécifiques régissent la production optimale de chacune des mycotoxines par les divers champignons. Nous ne connaissons pas ces conditions dans la plupart des cas. Lorsqu'on veut analyser les champignons qui produisent des toxines, il faut cultiver la souche dans les conditions qui ont déjà provoqué l'apparition de la toxine. Par exemple, pour faire produire des trichothécènes par *Stachybotrys* on peut cultiver la souche à l'étude sur du riz stérilisé.[13] On peut trouver de l'information sur les cultures pour la production de toxines spécifiques par des champignons énumérés dans la liste qui se trouve au tableau I dans les publications résumées par Scott[11] et Taylor.[12]

Les conditions requises pour induire les champignons toxigènes à produire des mycotoxines varient. La recherche de la toxicité d'isolats pour des cellules ou des animaux est donc arbitraire. Une façon de faire signalée par Greenhalgh et coll.[20], consiste à cultiver la souche à l'étude dans diverses conditions qui aboutissent à des carences extrêmes en nutriments et en

aération. Des extraits de différentes fermentations ont été essayés sur des souris pour en connaître les effets. Les résultats montrent qu'il faut des systèmes de fermentation multiples lorsqu'on cherche à détecter la toxicité brute puisque aucun système ne fournit à lui seul toute l'information qu'on a pu obtenir.

Bien qu'il soit souvent difficile d'induire la formation de toxines *in vitro* il ne faut pas conclure que la production de toxines dans la nature est "difficile" ou inhabituelle. En réalité, il est très probable que les souches toxigènes produisent leurs toxines dans la nature. Wicklow[21] et d'autres ont montré que la biosynthèse des toxines est un processus qui consomme beaucoup d'énergie mais qui procure probablement au champignon un avantage qui lui permet de concurrencer les autres organismes dans son écosystème.

Substances chimiques volatiles produites par les champignons

Si l'on trouve des concentrations très élevées (dépassant la "normale" par deux ordres de grandeur) de spores et d'hyphes ou des champignons pathogènes inhabituels dans l'air et (ou) la poussière, il y a lieu de s'inquiéter d'autre chose que de leur potentiel allergisant.[7,22-24] Les substances volatiles provenant des champignons sont souvent détectées à leur "odeur de moisissure". Il s'agit de mélanges complexes d'alcools, d'éthers, d'aldéhydes, d'hydrocarbures et de substances aromatiques. On a identifié des centaines de substances volatiles engendrées par des champignons, surtout quelques espèces. La production de substances volatiles varie grandement même entre des genres et des espèces étroitement apparentés.[25-29] Les humains peuvent déceler (sentir) des concentrations très faibles de certains de ces composés et ont souvent des réactions respiratoires immédiates plus ou moins intenses qui peuvent aller de la congestion nasale à une respiration sifflante. Bien qu'on connaisse les effets toxiques de certaines des substances volatiles, il n'existe aucune donnée sur les effets de l'inhalation prolongée de tels composés. Pourtant, ils ont été décelés dans des "édifices pourris" ("sick building").[30]

Substances chimiques non volatiles et mycotoxines produites par des champignons

Les mycotoxines sont des substances chimiques organiques complexes ayant un poids moléculaire généralement supérieur à 200 unités de masse. Elles sont habituellement associées directement aux spores ou aux hyphes des champignons. Certains isolats de la plupart des espèces énumérées au tableau I produisent diverses mycotoxines; tous produisent des métabolites secondaires qui peuvent être des mycotoxines mais n'ont pas encore été suffisamment analysés.

Il est important de remarquer que les spores des champignons toxigènes contiennent des mycotoxines souvent en très fortes concentrations. D'après Wicklow,[21] un des principes fondamentaux de l'écologie des champignons veut que les mycotoxines soient concentrées à l'intérieur de la spore.

Wicklow et Shotwell[31] ont signalé que dans les cas de *Aspergillus flavus* et *A. parasiticus*, les concentrations d'aflatoxine dans les spores et le sclérote peuvent atteindre 200 ppm. Une accumulation de toxines a aussi été signalée dans les spores de *Stachybotrys* et *Trichoderma* (Miller; Jarvis; Taylor, communication personnelle).

Il est bien prouvé que les mycotoxines peuvent être la cause de maladies chez les humains et les animaux. Chez les humains, les mycotoxicoses ont surtout été reliées à l'ingestion de mycotoxines et, par conséquent, les études toxicologiques ont surtout été centrées sur le rôle des mycotoxines en tant que contaminants des aliments. Les plus inquiétantes à cet égard sont les aflatoxines produites par *Aspergillus flavus* et *A. parasiticus* et les trichothécènes.

Toutes les aflatoxines contiennent un double anneau furanne. L'aflatoxine B_1 est hépatotoxique et est l'un des plus puissants carcinogènes qu'on connaisse. Son pouvoir carcinogène exprimé par sa TD_{50}, est d'environ 1 μg/kg de pc/jour chez le rat.[32] La plupart des pays ont établi des limites de tolérance des aflatoxines dans les aliments. La concentration d'aflatoxine permise dans certains aliments canadiens est de 0.015 ppm.[33] Aucun des champignons énumérés dans le tableau I ne semble producteur d'aflatoxines mais *Aspergillus versicolor* peut produire la versicolorine et la stérigmatocystine, deux substances apparentées aux aflatoxines, qui en contiennent toutes deux le double anneau furanne. La stérigmatocystine est également carcinogène mais son pouvoir est environ 100 fois plus faible que celui de l'aflatoxine B_1.[32] On ne connaît pas la toxicité de la versicolorine.

Les trichothécènes possèdent le squelette tricyclique du trichothécane avec un groupe époxy aux carbones 12 et 13. Plus de soixante 12-13-époxytrichothécènes sont produits par diverses espèces de champignons appartenant au genre *Fusarium, Myrothecium, Trichoderma, Cephalosporium* et *Stachybotrys*.[34] Les trichothécènes sont de très puissants inhibiteurs de la synthèse des protéines intervenant à la phase d'initiation, d'élongation ou de terminaison du cycle polysomique.[35] Ces composés cytotoxiques sont extrêmement toxiques pour les mammifères. Les LD_{50} chez la souris par diverses voies (orale, sous-cutanée, intrapéritonéale et intraveineuse) s'établissent entre 3 mg/kg de poids corporel pour la toxine T_2 et 46 mg/kg de poids corporel pour le désoxynivalénol, une mycotoxine à propos de laquelle il existe des limites de tolérance dans les règlements canadiens sur les aliments. Les trichothécènes ont été impliqués dans plusieurs flambées de maladie chez les humains ou les animaux.[36] Schiefer[22] fournit d'autres informations sur la toxicité orale des trichothécènes comme la toxine T_2. Un seul des champignons énumérés au tableau I (*Trichoderma*) produit des trichothécènes comme la toxine T_2, le nivalénol, le nivalénol, le désoxynivalénol qui posent des problèmes dans les récoltes de céréales.[34] *Trichoderma* peut produire la toxine T_2 en même temps qu'un trichothécène beaucoup moins toxique, la trichodermine.[12] *Stachybotrys atra* peut produire plusieurs mycotoxines appartenant au groupe macrocyclique extrêmement toxique de trichothécènes. Des animaux domestiques, surtout des chevaux, et aussi des humains ont souffert de

stachybotrytoxicose. Chez les animaux domestiques, la maladie peut être fatale.[13,37]

Parmi les autres mycotoxines qui peuvent causer des problèmes du point de vue de l'hygiène alimentaire, on compte les alcaloïdes neurotoxiques de l'ergot, les ochratoxines néphrotoxiques, une substance oestrogénique de la zéaralénone et un antibiotique, la patuline. Deux de ces substances, l'ochratoxine et la patuline, sont produites par des *Penicillium*;[11] *A. fumigatus* peut produire les alcaloïdes de l'ergot;[38] les autres substances mentionnées ne sont pas produites par les champignons énumérés dans la liste qui paraît au tableau I.

La gliotoxine, un métabolite de *A. fumigatus* et *Trichoderma*, contient un anneau épidithiadioxo-pipérazine. C'est un puissant inhibiteur de la phagocytose par les macrophages qui a de puissants effets immunosuppresseurs. Certains ont émis l'hypothèse que la production de gliotoxine survient *in situ* dans la maladie pulmonaire causée par *A. fumigatus* et que des métabolites fongiques du même genre peuvent être en cause dans l'étiologie du syndrome d'immunodéficience acquise (SIDA).[12,39]

Les données toxicologiques au sujet d'un bon nombre de mycotoxines sont plutôt rares, particulièrement en ce qui concerne les voies cutanée ou respiratoire. Les documents de travail contiennent une information plus détaillée sur les mycotoxines produites par les champignons énumérés au tableau I : *Paecilomyces* spp., *Cladosporium* spp., *Alternaria* spp. et certaines espèces de *Penicillium* spp.,[11] des espèces de *Trichoderma*,[12] et *Stachybotrys atra*.[13] Le tableau II contient une liste des mycotoxines produites par les champignons énumérés dans le tableau I; leurs propriétés toxiques sont indiquées dans le tableau III, et leur toxicité aigu, dans le tableau IV.

3. AUTRES MICROORGANISMES DANS L'AIR DES MAISONS

Bactéries

Les bactéries qu'on retrouve dans l'air des maisons et qui ont une importance du point de vue de la santé publique peuvent provenir d'au moins deux types de sources, soit les aérosols engendrés par les humains ou les animaux et les aérosols engendrés par des sources d'eau comme les humidificateurs, les robinets, les douches, etc.[40] On sait que des bactéries saprophytes et pathogènes sont dispersées dans l'air par les humains lorsqu'ils éternues, toussent et parlent. Ces bactéries peuvent survivre pendant des périodes dont la longueur est fonction de la grosseur des gouttelettes projetées, de la température de l'air et de son humidité relative. Il est admis que la transmission de maladies de personne à personne peut se faire par l'exposition à un aérosol mais peu de gens savent que les bactéries transportées par l'eau qui sont présentes dans le milieu extérieur peuvent se multiplier et être disséminées à l'intérieur des maisons et provoquer des maladies. On a suffisamment de preuves pour incriminer certains types de bactéries dans des humidificateurs contaminés; celles-ci causeraient le syndrome appelé "fièvre des humidificateurs" quoique la cause la plus courante de ce syndrome soit des actinomycètes. Ce syndrome est une réponse à des allergènes transportés par l'air qui comprennent probablement le lipopolysaccharide (LPS) ou l'"endotoxine" de bon nombre de bactéries Gram-négatives. Les endotoxines peuvent provoquer de la fièvre, une leucocytose ou de la leucopénie chez les humains.[41] Si les sujets sont gravement immunocompromis, ce qui peut être le cas chez des malades hospitalisés qui subissent une immunothérapie, il peut y avoir colonisation des voies respiratoires et des poumons aboutissant à une pneumonie. Par conséquent, des bactéries ordinaires transportées par l'eau comme *Acinetobacter* et *Pseudomonas aeruginosa* peuvent, dans certaines circonstances, provoquer des maladies dangereuses.[40]

Une bactérie commune qui vit dans l'eau (*Legionella* spp.) a été reconnue comme étant la cause de pneumonies graves et parfois fatales. Les *Legionella* se multiplient bien dans l'eau chaude et riche en matières organiques. Lorsque cette eau est transformée en aérosol, les bactéries peuvent être transportées et inhalées par un être humain chez qui elles causeront une pneumonie. Dans la plupart des cas, il se peut qu'elles ne causes que des symptômes plus bénins ressemblant à ceux de la grippe, qui disparaissent sans traitement médical. Des études épidémiologiques ont révélé que ce microorganisme est la cause d'une proportion importante (de 10 à 15 %) des cas de pneumonie dans les collectivités et les hôpitaux. Comme *Legionella* n'est pas toujours extrêmement infectieux lorsque des aérosols sont dispersés, certains croient que d'autres facteurs environnementaux doivent exister pour que l'infection se produise.[41]

Étant donné que les bactéries exigent généralement d'être complètement immergées dans l'eau pour se reproduire efficacement, on croit que l'humidité qui favorise la croissance des champignons pourrait être suffisante pour favoriser la multiplication des bactéries. Par ailleurs, les bactéries ne produisent pas les spores prolifiques qui caractérisent une partie du cycle de croissance des champignons. Par conséquent, il faut ordinairement que l'eau contenant des bactéries se présente sous forme d'aérosol pour que l'exposition ait quelque importance. Toutefois, il est reconnu que des bactéries peuvent être transportées par la poussière et contribuer dans une certaine mesure à l'agression que subissent les poumons dans une maison poussiéreuse.

Virus

Les virus diffèrent des autres agents microbiens dont il est question dans le présent document en ce qu'ils ne peuvent se multiplier que dans leur hôte et que les virus humains sont presque totalement spécifiques pour les humains. Par conséquent, l'augmentation et la dissémination de ces organismes sont influencées par l'activité des humains et seulement partiellement, par des facteurs d'ambiance. La survie et le transport des virus dans l'air dépendent de l'humidité

TABLEAU II

Certaines mycotoxines produites par des champignons dans la poussière des maisons[1,2]

	Cladosporium herbarum	*Cladosporium cladosporioides*	*Paecilomyces variotii*	*Penicillium brevicompactum*	*Penicillium fellutanum*	*Penicillium viridicatum*	*Penicillium decumbens*	*Alternaria alternata*	*Aspergillus fumigatus*	*Aspergillus versicolor*	*Aspergillus niger*	*Rhizopus species*	*Mucor species*	*Phoma species*	*Trichoderma viride*	*Trichoderma harzianum*	*Strachybotrys atra*	*Ulocladium botrytis*	*Serpula lacrymans*
altenuène								X											
alténuisol								X											
alternariol								X											
éther méthylique d'alternariol								X											
altertoxines I, II								X		X									
aspercolorine										X									
avérufine										X									
brévianamide A				X		X													
acide byssochlamique			X																
citréoviridine					X														
citrinine					X	X													
cladosporine		X																	
acide cyclopiazonique						X													
décumbine							X												
émodine		X																	
endotoxine									X										
alcaloïdes de l'ergot									X										
fumigaclavine A, B, C									X										
fumigatoxine									X										
fumigilline									X										
fumitrémorgène A, B									X										
gliotoxine									X						X	X			
griséofulvine						X													
acide helvolique									X										
isocyanides															X				
(autres) trichothécènes macrocycliques																	X		
malformine C											X								
acide mycophénolique				X		X													
ochratoxine A, B						X													
acide oxalique											X								
acide pénicillique						X													
phoménone														X					
rhizonine A												X							
roridine E																	X		
satratoxine H																	X		
sporidesmine G																	X		
stérigmatocystine										X									
acide tenuazonique								X											
toxine T_2															X	X			
trichodermine															X	X			
trichoverrines																	X		
variotine			X																
verrucarol																	X		
versicolorine										X									
viomellèine						X													
viridicatum-toxine						X													
xanthomégnine						X													

[1]Ciegler et Vesonder.[38]
[2]Scott.[11]

relative, de la température, de la présence d'autres polluants et d'autres facteurs encore inconnus.[41]

Il existe des centaines de virus humains, tous susceptibles de causer des maladies. Le "rhume ordinaire", par exemple, peut être causé par des rhinovirus, le coronavirus, le virus respiratoire syncytial et le virus parainfluenza.[41] Bon nombre de virus peuvent provoquer des symptômes ordinaires comme la fatigue, la céphalée, des nausées, des myalgies, etc., qui ressemblent aux symptômes signalés par des personnes soumises à un certain nombre de stress dus à l'environnement.

TABLEAU III
Propriétés toxiques des mycotoxines de champignons répandus dans la poussière des maisons[1,2]

	Toxicité respiratoire (Pouvoir)	allergénique	oncogénique	antibactérien	antiviral	antifongique	phytotoxique	cytotoxique	néphrotoxique	hépatotoxique	neurotoxique	génotoxique	Toxicité gastrointestinale	Toxicité cutanée	Mutagénicité	Tératogénicité	Cancérogénicité	P. antioncogénique	P. immunosuppresseur
altenuène				X				X											
alténuisol				X				X											
alternariol				X				X								X			
éther méthylique d'altermariol				X			X	X							X				
altertoxines I, II								X							X				
aspercolorine																			
averufine																X			
brévianamide A																			
acide byssochlamique							X				X								
citréoviridine				X		X			X										
citrinine				X		X	X								X				
cladosporine																			
acide cyclopiazonique						X	X	X							X				
décumbine								X											
émodine		X																	
endotoxine											X		X						
alcaloïdes de l'ergot											X		X	X					
fumigaclavine A, B, C	X																		
fumigatoxine											X		X	X					
fumigilline											X								
fumitremorgène A, B																			X
gliotoxine										X						X			
griséofulvine			X			X				X									
acide helvolique																			
isocyanides																			
(autres) trichothécènes macrocycliques																			
malformine C																			
acide mycophénolique				X	X	X									X			X	X
ochratoxine A, B			X	X				X	X		X		X			X			
acide oxalique																		X	
acide pénicillique				X	X	X	X	X		X									
phoménone																			
rhizonine A													X						
ruridine E													X						
satratoxine H													X						
sporidesmine G													X						
sterigmatocystine									X	X			X				X		
acide tenuazonique				X	X	X	X	X								X			
toxine T_2				X		X	X	X				X	X	X					X
trichodermine													X						
trichoverrines																			
variotine						X													
verrucarol														X					
versicolorine									X	X						X			
viomelléine									X	X					X				
viridicatum-toxine										X		X							
zanthomégnine																			

[1]Ciegler et Vesonder.[38]
[2]Scott.[11]

Donc, la prévalence de virus de ce genre pourrait être à l'origine d'une part du "fond" de maladies dans la population humaine. Leur présence est source de confusion dans les études épidémiologiques entreprises pour évaluer l'influence sur la santé de l'exposition aux champignons ou aux produits chimiques organiques transportés dans l'air. D'autres facteurs comme la mauvaise qualité de l'air ou la présence de polluants gazeux peut augmenter la sensibilité aux infections virales et (ou) abaisser le taux de survie des virus en circulation.

Malgré l'importance des virus dans l'étiologie des maladies chez les humains, on ne pense pas que ces organismes jouent un rôle important dans les problèmes causés par la qualité de l'air dans les édifices trop humides et contenant certains types de matériaux. Il est probable, toutefois, que l'augmentation de

TABLEAU IV
Toxicité aiguë des mycotoxines de champignons dans la poussière des maisons[1,2,3]

	LD_{50} (mg/kg poids corporel)			
	orale	intrapé-ritonéale	sous-cutanée	intra-veineuse
acide byssochlamique	2500-4000 M			
citréoviridine	29 R	7.2 M	11 M 3.6 R	
citrinine	110 M	67 R 35 M	35 M 67 R 37 G	19 Ra 38 M
acide cyclopiazonique	36-63 R	2.3 R		
décumbine	250 R 62 Co			
émodine	3.7 Co > 1000 M	35 M		
fumigaclavine A, B, C	150 Co			
fumigatoxine	0.15 M			
fumigilline			800 M	
fumitrémorgène A, B		< 5 M		
gliotoxine			45-65 M	
acide helvolique		400 M		
malformine C		0.9 R		
acide mycophénolique	2500 M 450 R			500 M 450 R
ochratoxine *A, B	*20-22 R			
acide oxalique		150 M		
acide pénicillique	600 M	70 M	100 M	250 M
stérigmatocystine	800 M 120 R	65 R		
toxine T_2	10.5 M	5.2 M	2.1 M	4.2 M
trichodermine	1000 M		500 - 1000 M	
viridicatum-toxine	122 R	70 M 80 R		

[*] R: rat; M: souris; Ra: lapin; Co: jeune coq; Gi: cobaye
[1] Ciegler et Vesonder.[16]
[2] Scott.[17]
[3] Ueno.[18]

l'étanchéité à l'air et de l'humidité relative dans bon nombre de maisons à haut rendement énergétique joue un rôle dans la transmission et l'influence des agents viraux. L'influence de ces conditions sur la concentration et la répartition des virus reposerait avant tout sur le type et les caractéristiques de chacun des virus. Les effets de la qualité générale de l'air ambiant sur la santé des humains peuvent également influencer l'impact du virus qui atteint son hôte.

Acariens

L'existence des acariens en tant qu'organismes allergisants a souvent été ignorée.[7] Day[23] mentionne que *Dermatophagoïdes pternyssinus*, un acarien vivant dans la poussière, est un antigène qui vient au second rang en importance dans les causes d'asthme bronchique allergique. La concentration de ces organismes dans un endroit est influencé par la teneur en eau et l'humidité relative de l'air ambiant.

Diverses espèces d'acariens comme *Dermatophagoides pternyssinus* et des espèces de *Glycyphagus* se trouvent souvent en plus grand nombre dans les maisons humides, particulièrement dans celles où l'on peut voir de la moisissure sur les murs. Les champignons xérophyles sont toujours associés aux acariens dans la poussière de maison et vivent vraisemblablement en symbiose.[7]

4. SIGNIFICATIONS POUR LA SANTÉ DE LA PRÉSENCE DE CHAMPIGNONS DANS L'AIR

Inhalation de spores, de champignons

Les effets nocifs de l'inhalation de propagules de champignons sur le système immunitaire ont abondamment été décrits.[23,42] Les réactions allergiques aux champignons (conidies uniques ou groupées, fragments d'hyphe, spores, cristaux) dans

l'air comprennent des rhinites, de l'asthme et l'alvéolite allergique extrinsèque (pneumopathie par hypersensibilité).[43] Bien qu'il n'ait pas toujours été possible de découvrir une corrélation prononcée entre la concentration des spores de champignons et l'incidence des symptômes asthmatiques, le rôle des spores a été clairement défini chez certains individus atopiques. Les allergistes ont habituellement admis que l'asthme induit par les moisissures était entièrement dû à une réaction allergique. Mais il est clair que certaines espèces de champignons comme *Aspergillus fumigatus* ont des propriétés particulières qui peuvent provoquer des symptômes plus sévères causés par une infection directe des poumons (aspergillose bronchopulmonaire allergique, ABPA). Les métabolites de ce genre de champignons contribuent probablement de façon très significative aux lésions pulmonaires observées.[23] Il a été signalé que des symptômes chroniques retardés, ressemblant à ceux causés par des infections, peuvent être provoqués par d'autres constituants des champignons comme les toxines.[42]

Les principaux effets généraux de l'inhalation de spores de champignons se manifestent au niveau des poumons et du système immunitaire. Toutefois, si le champignon parvient à infecter l'organisme parce que le système immunitaire n'a pas pu empêcher l'invasion, d'autres tissus et organes peuvent être affectés. Les maladies attribuables à l'invasion par des champignons feront l'objet d'une autre section sur les symptômes chez les humains.

Inhalation de mycotoxines et de substances volatiles produites par les champignons

L'inhalation de spores et de propagules de champignons peut avoir d'autres effets que la stimulation d'une réaction allergique. On a utilisé l'expression "mycotoxicose pulmonaire" pour désigner un groupe de maladies causées par des mycotoxines, des endotoxines et d'autres facteurs. "L'asthme atypique du fermier" est un exemple de maladie de ce genre.[44-46]

On ne sait pas encore dans quelle mesure la présence de mycotoxines peut contribuer à la capacité des spores ou des propagules de champignons inhalées de provoquer la maladie et comment l'inhalation de produits volatiles émis par les champignons peut affecter les humains. Il existe très peu de données sur les effets chez les humains de l'inhalation des produits volatiles des champignons.[7,47] Si l'on a parfois établi un lien entre les odeurs de moisi et la maladie, ces odeurs ne sont pas nécessairement causées par des mycotoxines.[7] La plupart des mycotoxines sont peu volatiles. La plus grande part des mycotoxines inhalées pénètre probablement dans les voies respiratoires avec les spores ou les propagules contenant des mycotoxines.

La concentration des mycotoxines dans les spores et les propagules de champignons peut être très élevée. Le diamètre des spores de nombreuses espèces qui nous intéressent est d'environ 5 micromètres (um). Des particules de cette taille peuvent être inhalées et, par conséquent, déposées dans les alvéoles pulmonaires.[21,42] D'autres propagules de champignons peuvent vraisemblablement aussi être respirées. Donc, de fortes concentrations de mycotoxines adsorbées sur les spores ou des particules pourraient atteindre les alvéoles pulmonaires en passant par les voies respiratoires.[47] Les mycotoxines peuvent facilement être absorbées par les muqueuses des voies respiratoires à cause de leur faible poids moléculaire et de leur solubilité. Une fois qu'elles ont été absorbées, leur effets généraux sont probablement semblables à ceux des mycotoxines absorbées par d'autres voies. Les mycotoxines présentes dans les poumons peuvent nuire à l'immunité à médiation cellulaire et jouer un rôle dans l'apparition d'une alvéolite diffuse.[48]

Les mycotoxines qui affectent le système immunitaire (par exemple, les thrichothécènes, la gliotoxine, les aflatoxines) sont particulièrement intéressantes. Un système immunitaire affaibli influencerait la capacité de l'hôte de réagir à l'allergène et l'infection pourrait augmenter l'oncogénicité des spores et des particules inhalées.[39]

a) *Exposition des humains*

Le simple fait de savoir qu'il y a un antigène dans l'air a de l'importance lorsqu'il s'agit d'évaluer des réactions allergiques. Mais pour mesurer avec précision les risques pour la santé associés à l'inhalation de mycotoxines, il faut des données quantitatives sur l'exposition à chacune des mycotoxines. Les évaluations quantitatives sont difficiles parce que les concentrations de mycotoxines dans les spores et les propagules transportées par l'air et la poussière de même que la concentration de propagules ne sont pas toujours uniformes dans toute la maison et peuvent varier avec le temps.

Dans une maison de Chicago, les effets nocifs ressentis par les occupants ont été reliés à la présence de *Stachybotrys atra*. Les trichothécènes macrocycliques très toxiques ont été repérés[13] mais aucune évaluation quantitative de l'exposition n'a été faite. Toutefois, des estimations de l'exposition nous sont fournies par une étude menée dans une usine de broyage pour la fabrication d'huile d'arachides aux Pays-Bas.[49] Dans cette usine, l'exposition respiratoire moyenne subie par les travailleurs (n = 55) a été estimée à 4 ng d'aflatoxine/kg de pc/j. L'exposition a été associée à un risque relatif de 3,2 de cancérogénicité (3,2 fois plus de risque d'être atteint d'un cancer par comparaison avec le risque pour la population normale). Deux cas fatals de maladies hépatiques dans la population exposée ont été signalés. Cette exposition est faible si on la compare à l'exposition quotidienne estimative aux aflatoxines par ingestion qui est de 10 à 200 ng/kg de poids corporel dans certaines régions du monde. Dans ces régions où l'exposition est élevée, l'incidence des cancers primaires du foie est également élevée (de 4 à 25 par 100 000 personnes par année). Les données dont nous disposons à l'heure actuelle ne sont pas suffisantes pour que nous puissions tirer des conclusions au sujet du potentiel cancérogène des aflatoxines inhalées par comparaison avec celui des aflatoxines ingérées.

b) *Études expérimentales*

Des expériences d'inhalation *in vivo* faites avec la toxine T_2[34] ont révélé que l'exposition durant 30 minutes de souris à un

aérosol contenant 0.140 ppm de toxine T_2 purifiée aboutit à la mort de tous les animaux (létalité de 100 %) en troisjours. Une exposition plus prolongée (160 minutes) à des concentrations plus faibles de toxines T_2 non purifiée (0.033 ppm) a eu un effet similaire. Avant de mourir, les animaux ont souffert de diarrhée et d'hémorragies intestinales. Ces effets généraux sont semblables à ceux constatés après une exposition par voie orale. Les données recueillies sont insuffisantes pour calculer la LD_{50} de la toxine T_2 par inhalation.

L'armée américaine a fait des études plus détaillées d'exposition à court terme (données inédites). La toxine T_2 était 40 fois plus toxique pour les souris lorsqu'elle était inhalée que lorsqu'elle était ingérée. Lorsque la toxine T_2 est administrée par voie orale, sa LD_{50} est de 10,5 mg/kg de poids corporel chez des souris mâles de sixsemaines.[34] Cette différence peut être attribuable à une différence dans l'absorption, la toxine T_2 serait moins bien absorbée par la muqueuse gastro-intestinale que par la muqueuse pulmonaire. Par contre, cette différence peut être due à un effet direct de la toxine T_2 sur l'épithélium des poumons, qui nuirait aux échanges gazeux. D'autres chercheurs ont mis en évidence une diminution de 50 % de la pO_2 dans le sang artériel en moins de 10 minutes après l'instillation intratrachéale de toxine T_2.[50] On ne sait pas si ceci est dû à une insuffisance des voies respiratoires ou à un effet de la toxine T_2 sur le système cardiovasculaire. On ne sait pas s'il existe des différences dans le degré de toxicité après inhalation ou ingestion pour d'autres mycotoxines. On sait cependant que la solubilité dans les aérosols, les différences d'absorption par diverses voies, et les effets directs sur les alvéoles pulmonaires sont des facteurs importants dans l'évaluation du risque.

Les études antérieures d'inhalation de mycotoxines chez des animaux ont été passées en revue par Northup et Kilburn.[48] Ces études montrent que les aflatoxines inhalées sous forme d'aérosols peuvent léser les voies respiratoires des oiseaux et des mammifères. Des doses élevées provoquent des hémorragies, des troubles de la clearance pulmonaire et une exfoliation des cellules comme en provoquent d'autres substances nuisibles. Les études *in vitro* menées par ces auteurs ont révélé que l'aflatoxine provoque une exfoliation et une dégénérescence de l'épithélium trachéal chez le lapin et une augmentation de la production de mucus.

Sorenson[47] a montré que la toxine T_2 était cytotoxique pour les macrophages alvéolaires. Elle influençait à la fois la viabilité et le nombre des cellules en fonction de la dose. La toxine T_2 inhibait également l'activation des macrophages et leurs fonctions. Tous ces effets étaient attribués à la forte inhibition de la synthèse des protéines causée par la toxine T_2.

Les quelques rapports d'études expérimentales actuellement disponibles laissent à penser que le système respiratoire est indirectement affecté par les mycotoxines à différents niveaux (trachée, bronchioles, alvéoles) et que, de plus, les mycotoxines absorbées par le poumon ont des effets généraux semblables à ceux observés dans l'absorption gastro-intestinale.

Exposition cutanée

L'exposition de l'épiderme aux propagules et aux toxines fongiques peut être directe, par contact avec des surfaces contaminées ou avec des particules flottant dans l'air. Il peut y avoir une irritation de la peau et une légère réaction allergique aux allergènes qui se déposent sur la peau mais celle-ci est vraisemblablement moins importante que la réponse des personnes atopiques qui inhalent la matière en cause. Cependant, lorsque la matière de contact contient des mycotoxines, la réaction cutanée peut être assez significative. Des travailleurs employés à nettoyer une contamination par *Stachybotrys atra* dans une maison ont déclaré que la poussière et les débris étaient très irritants pour la peau et le système respiratoire.[13] Une application locale de trichothécènes macrocycliques ou normocycliques sur la peau d'animaux d'expérience peut provoquer une grave intoxication générale (de la rate, du thymus, du intestin, particulièrement du duodénum, etc.) et la mort. Ces études révèlent en outre que l'état de la peau, c'est-à-dire son degré d'hydratation, la présence d'agents particulaires de conditionnement de la peau, peuvent influencer le taux, et par conséquent la quantité de matière absorbée à travers la peau. Mais il faut souligner qu'il n'existe pas de données sur les taux d'absorption par la peau en ce qui a trait à la plupart des mycotoxines connues[11,12] et que le degré d'absorption peut sans doute varier du négligeable au presque total. La compréhension de la question de l'absorption est d'autant plus compliquée que certaines mycotoxines peuvent être étroitement liées à des particules ou peuvent entrer dans la composition des spores, ce qui rendrait leur absorption beaucoup moins facile; d'autres mycotoxines peuvent être moins solidement liées à la surface de particules ou de spores et par conséquent plus facilement absorbables.

Symptômes et épidémiologie chez les humains

L'exposition des humains à l'air contaminé par des champignons peut provoquer l'apparition de divers signes et symptômes. Les réactions allergiques sont fonction de la sensibilité des individus (atopie). Les symptômes vont de la dermatite (lors de la manipulation d'objets contaminés) à l'asthme et (ou) à l'alvéolite allergique extrinsèque (lorsque les organismes, leurs toxines ou leurs produits volatiles sont inhalés). Les réactions à l'inhalation des champignons peuvent être bénignes ou invisibles, ou bien elles peuvent être aigus et graves et s'accompagner de symptômes ressemblant à ceux de la grippe; elles peuvent provoquer des modifications irréversibles de la fonction pulmonaire après une exposition chronique continue ou encore elles peuvent être fatales. Bon nombre de mycotoxines produites par les champignons provoquent également des symptômes et des lésions décelables et caractéristiques. Les mycotoxines inhalées peuvent être absorbées et transportées par la circulation de sorte qu'elles peuvent causer des dommages dans des tissus qui se trouvent loin du point d'absorption. Les maladies professionnelles causées par des champignons inhalés ont été étudiées par Giddings.[43]

Les facteurs qui influencent la gravité des maladies causées par les champignons comprennent la concentration, la taille et la forme de l'organisme envahisseur. La production de toxines

et de substances volatiles par ces organismes est également importante de même que l'espèce et la quantité des champignons suivant la saison.

Les réactions allergiques peuvent être immédiates, quelques minutes après l'exposition, ou retardées, de 4 à 8 heures plus tard. Ces deux types de réaction peuvent être observés dans les crises d'asthme provoquées par un allergène. On constate une gêne respiratoire, de la toux et parfois une respiration sifflante. Une exposition répétée ou continue à de faibles concentrations de l'antigène peut provoquer une alvéolite allergique extrinsèque caractérisée par une phase aigu et une phase chronique, chacune ayant des symptômes spécifiques. Des infections généralisées résultent de l'inhalation initiale du microorganisme causal. Ces maladies prennent d'abord la forme d'infections pulmonaires mais le champignon peut migrer dans d'autres organes y compris le coeur, le cerveau et les reins. On connaît par exemple la forme généralisée de la blastomycose nord-américaine qui peut atteindre le foie, la rate et les os longs, de la coccidiomycose qui peut aboutir à une méningite, une spondylite et une otomycose, et enfin l'histoplasmose qui peut provoquer des symptômes ressemblant à la grippe ou une histoplasmose oculaire ou une histoplasmose aigu disséminée.[23]

Ces maladies invasives sont rares mais peuvent êtres graves. L'histoplasmose aigu disséminée est habituellement fatale chez les enfants. D'ordinaire, l'infection exige à la fois une concentration élevée de l'agent pathogène dans l'air et la réceptivité de l'hôte humain.

Dans la plupart des maisons et des bureaux, les spores de champignons ne posent habituellement pas de problèmes à cause de la climatisation, mais une multiplication de ces organismes peut survenir dans les zones qui sont constamment humides. Les nouvelles techniques de construction ont augmenté l'humidité à l'intérieur des maisons en même temps qu'elles abaissaient le taux de renouvellement de l'air de sorte que le nombre des moisissures a tendance à augmenter. Ces édifices peuvent devenir suffisamment contaminés pour déclencher des maladies respiratoires comme l'asthme et l'alvéolite allergique extrinsèque. Les symptômes vagues du "syndrome d'hypersensibilité à l'environnement" signalés par les occupants de maisons et d'édifices fortement contaminés par les moisissures peuvent être dus à des mycotoxines ou aux moisissures qui agiraient comme des antigènes.

Un cas documenté de stachybotryotoxicose provoqué par un champignon transporté par l'air a été étudié.[1] On croit que la maladie a été causée par l'exposition aux trichothécènes produits par *Stachybotrys atra*. Des symptômes comprenant des maux de gorge, des symptômes ressemblant à ceux du rhume et de la grippe, de la diarrhée, des maux de tête, de la fatigue, de la dermatite, de l'alopécie focale intermittente et des malaises ont été signalés chez les habitants d'une maison de Chicago contaminée par des spores de *S. atra*. Les membres de cette familles étaient également soumis à un stress très élevé et certains donnaient des signes de psychopathie. Les spores ont été découverts dans une conduite d'air froid non isolée et dans des carreaux de plafond humides. Un nettoyage de la maison pour enlever les champignons a fait disparaître les symptômes de ses habitants.

Des cas d'asthme et (ou) d'alvéolite allergique extrinsèque ont été signalés dans des bureaux et des maisons dotés d'unités de chauffage/refroidissement à air pulsé, de conduites, de climatiseurs, de filtres d'humidificateurs et de carreaux insonorisants, de murs et d'accessoires contaminés. Les organismes en cause comprennent des espèces de *Penicillium*, d'*Aspergillus, Aureobasidium pullulans, Cryptococcus neoformans* et *Trichosporon cutaneum*. Des modifications du débit expiratoire de pointe et des symptômes asthmatiques ont été corrélés avec des numérations de spores dans l'air des maisons.

Des mycoses généralisées ont été signalées chez des individus exposés à l'air provenant de systèmes de ventilation contaminés. Les autopsies pratiquées sur les patients d'un certain hôpital ont révélé que des individus immunosupprimés souffraient d'aspergillose pulmonaire invasive. Les analyses ont révélé que 84 % des patients avaient des cultures positives d'*Aspergillus flavus*, l'agent causal. Les cas d'aspergillose n'ont été découverts que chez des patients hospitalisés dans l'ancienne aile de l'hôpital où le système de ventilation était déficient. Il y avait corrélation entre cette maladie et le début de la construction d'une route à proximité de l'hôpital. Des maladies fongiques ont aussi été signalées chez les patients d'un hôpital exposés à des moisissures provenant d'un faux-plafond contaminé.[23]

On sait par expérience qu'il n'existe pas toujours une corrélation entre les numérations des spores dans l'air et les symptômes (particulièrement l'asthme.) L'absence de corrélation peut être due au manque de précision des numérations de spores à cause de l'agrégation des spores ou de l'utilisation de dispositifs et de méthodes d'échantillonnage inappropriés). En outre, les antigènes responsables peuvent ne pas être contenus dans la spore et, par conséquent, échapper aux mesures.

Des études ont été faites pour définir le rôle des champignons dans la provocation de symptômes parmi les personnes vivant dans des maisons isolées à la MIUF. Il existe quelques données provisoires sur une augmentation de l'hypersensibilité retardée (par intradermoréaction) à certains champignons parmi les habitants de maisons isolées à la MIUF qui présentaient des symptômes. Une augmentation de l'éosinophilie a également été observée dans ce groupe par comparaison avec un groupe témoin vivant dans le même secteur, mais ce signe n'était pas beaucoup plus élevé que chez des asthmatiques témoins fréquentant une consultation externe.[23] Ces études menées chez les humains n'ont pas encore pu prouver ou nier le rôle d'une contamination fongique.

Populations à risque

La présence de propagules fongiques, de produits volatiles et de mycotoxines dans l'air peut représenter un danger pour la santé de toutes les couches de population.

L'apparition d'une allergie exige une exposition répétée à

l'allergène; il est évident que des expositions de ce genre sont plus fréquentes dans les maisons ou les édifices contaminés. Par conséquent, les personnes qui vivent et travaillent dans des zones contaminées sont plus susceptibles d'être affectées. De plus, la gravité des effets peut être fonction de la durée d'exposition. Aucun des deux sexes ne semble plus susceptibles que l'autre aux manifestations allergiques.

Il existe peu de publications sur l'exposition aux mycotoxines dans l'air, qui traitent de la question des populations à risque. Si l'on peut penser que les jeunes et les personnes âgées, les individus faibles et les malades peuvent vraisemblablement être plus sensibles aux effets toxiques des mycotoxines transportées par l'air, rien ne vient directement appuyer cette hypothèse. On sait que certaines mycotoxines sont des agents immunosuppresseurs qui, par conséquent, peuvent prédisposer des individus aux infections opportunistes. Dans des études de mycotoxines menées en laboratoire sur des animaux, il est souvent arrivé que des femelles aient été moins affectées[22] mais on ne sait pas si cet effet est aussi répandu dans les populations humaines.

5. ESSAIS POUR ÉVALUER LE POTENTIEL DES CHAMPIGNONS QUI PEUVENT CAUSER DES EFFETS NOCIFS CHEZ LES HUMAINS

Les mycotoxines sont des substances chimiques. Leur toxicité pour les être humains peut être mesurée par des dosages toxicologiques expérimentaux et par l'examen de populations d'humains exposés.

Les données recueillies chez les humains sont très importantes pour évaluer l'innocuité d'un produit chimique, toutefois, la morale s'oppose à ce que l'on pratique des expositions contrôlées d'êtres humains à des substances chimiques dangereuses. C'est pourquoi l'information sur les effets des mycotoxines doit provenir surtout de tests pratiqués en laboratoire sur des animaux d'expérience ou des cultures cellulaires. Il est ensuite possible d'extrapoler les risques pour la santé des humains à partir de données recueillies chez les animaux en fonction de la qualité de ces données, du type d'essais effectués et du modèle appliqué pour évaluer le risque.

Un certain nombre de protocoles d'essai ont été normalisés sur le plan international et sont énumérés dans des documents publiés par l'Organisation pour la Coopération et le Développement Économique,[51], Santé et Bien-être social Canada,[52] l'Organisation Mondiale de la Santé,[53] la *US Food and Drug Administration*[54] et le *Federal Register*.[55]

La qualité des données est influencée par les accords internationaux visant l'obéissance à ces lignes directrices et les principes d'une bonne pratique de laboratoire. L'interprétation des données demeure principalement subjective et suppose l'examen de chacun des produits chimiques dans chaque cas.

Essais d'allergénicité

Les champignons peuvent provoquer des réactions allergiques chez des gens qui ont été sensibilisés. Les techniques les plus couramment utilisées par les allergistes pour vérifier la sensibilité du patient a un allergène ou pour repérer un allergène (champignons et propagules) sont les suivantes :

Les tests cutanés : Ceux-ci comprennent les intradermoréactions. Une préparation commerciale d'un extrait d'allergène est introduite dans la peau. Les patients sensibilisés à cet allergène élaboreront des anticorps spécifiques ou une immunoglobuline E spécifique (IgE). Du point de vue clinique, la réponse est une zone localisée d'érythème sur la peau. L'interprétation des résultats des tests cutanés est compliquée par la variabilité de la puissance des préparations d'allergènes par suite des fluctuations de la pureté et de la concentration des extraits allergènes.

Test RAST (radioallergosorbent) : Ce test permet de doser l'IgE dans le sérum sanguin *in vitro*. Au cours de l'analyse, le complexe allergène-anticorps est marqué à l'aide d'un élément radioactif. Ceci permet de doser l'anticorps IgE lié à l'allergène spécifique. Ce test coûte cher, il est moins sensible qu'un test cutané mais moins dangereux parce que le patient n'est pas exposé à l'antigène.

Épreuve immunoenzymatique utilisant un antigène adsorbé (ELISA) : Cette technique est utilisée pour doser l'IgE dans le sérum sanguin *in vitro*. Dans cette technique, une enzyme remplace un marqueur radioactif. Ce test est moins dispendieux que le précédent et n'exige pas l'utilisation de substances radioactives (voir également Macher[9]).

Dosage des médiateurs : Les médiateurs sont des composés à action biologique libérés par les mastocytes lorsqu'un allergène se joint à l'IgE à la surface des mastocytes. L'histamine est un de ces médiateurs. Cet essai est complexe et moins sensible que les tests cutanés.

Dosage des précipitines : Cet essai est utilisé pour détecter les allergènes. Les précipitines sont des anticorps précipitants dans le sérum sanguin. On obtient souvent des résultats faussement positifs ou faussement négatifs. Il faut donc les interpréter avec précaution et les comparer avec le tableau clinique du patient.

Tests d'inhalation-provocation : Ces tests sont des épreuves de choix pour détecter l'alvéolite allergique extrinsèque. Le patient est exposé de façon contrôlée à l'allergène (par inhalation). Sa réaction à l'allergène est décelée soit lorsqu'apparaissent des signes visibles, lorsqu'il se plaint de symptômes ou au moyen d'épreuves de la fonction pulmonaire. Les tests de provocation présentent le désavantage, étant donné des expositions répétées à l'allergène que doit subir le patient, de parfois provoquer des réactions de plus en plus sévères.

Des études menées jusqu'à présent indiquent qu'il n'y a pas toujours de corrélation entre les effets allergiques et la présence de champignons dans l'air ambiant. Day[23] considère que ceci est attribuable en partie aux limites des techniques actuellement employées pour isoler les champignons transportés par l'air et aussi à l'absence d'étalons fiables pour les extraits d'allergène.

Essais d'immunotoxicité

Aucune épreuve ne permet à elle seule d'évaluer les nombreux mécanismes qui engendrent des altérations de l'immunité; on a donc recours à une batterie d'essais. Voici la

liste d'une série d'essais représentatifs effectués chez les animaux d'expérience :

Essais d'hémagglutination : Mesure des taux d'anticorps spécifiques dans le sérum d'animaux exposés à un antigène. Les anticorps sont des entités chimiques qui sont formées en réponse à la présence d'un antigène et utilisées pour stimuler des cellules spécialisées qui combattent la maladie.

Essais des unités formatrices de plaques dans la rate : Évaluation de la modification du nombre des cellules productrices d'anticorps dans la rate.

Essais de blastogenèse de lymphocytes : Évaluation des effets toxiques d'agents sur la capacité de lymphocytes T et D de répondre à une stimulation mitogénétique. Les lymphocytes sont des cellules spécialisées dans la défense de l'organisme contre l'infection.

Essai de la fonction des macrophages : Évaluation des effets toxiques d'agents sur les divers aspects de la fonction des macrophages. Les macrophages sont des cellules épuratrices.

Essai de résistance de l'hôte : Évaluation de la résistance à l'infection après une exposition d'épreuve à un agent microbien connu capable de causer une maladie. Cette épreuve est menée chez des animaux qui ont été exposés à des agents spécifiques (mycotoxines) et est utilisée pour mesurer le degré de modulation du système immunitaire de l'hôte.

Pour plus de détails sur les épreuves d'immunotoxicité voir Dean et coll.,[56] et Vos.[57]

Essais cytotoxiques

Les essais cytotoxiques peuvent être effectués pour juger des dommages causés aux cellules par les produits fongiques. Scott[41] décrit certains des essais et leurs résultats sur diverses cellules. La cytotoxicité d'un composé peut se manifester de diverses façons, par exemple par l'inhibition de la croissance des cellules, par l'altération du matériel génétique (génotoxicité), ou par la mort de la cellule.

Parmi les épreuves le plus couramment utilisées pour la détection des effets mutagènes ou génotoxiques des produits chimiques, mentionnons l'essai de réversion de *Salmonella typhimurium* (test de Ames), l'essai de conversion mitotique des gènes, l'essai du micronucleus, l'essai cytogénétique *in vitro* sur des cellules de mammifères et les essais d'échange de chromatides soeurs *in vivo* ou *in vitro*.

Il existe également des essais pour éprouver les effets de la toxine sur la cellule entière. L'essai avec des cellules Hela a été utilisé pour mettre en évidence la létalité et l'inhibition de la croissance chez diverses toxines. Ces essais ne conviennent pas pour l'interprétation des effets des toxines chez l'homme.

Essais de toxicité orale

Bon nombre de champignons produisent des métabolites qui se sont révélés toxiques lorsqu'ils sont ingérés par des animaux ou par l'homme. Ces composés peuvent être soumis à des épreuves chez des espèces animales (habituellement des souris ou des rats) pour examiner leur toxicité par voie orale et leur potentiel pathogène chez l'homme. L'exposition orale peut avoir des effets directement sur l'épithélium buccal toutefois, on s'intéresse habituellement beaucoup plus aux effets de l'agent toxique une fois qu'il a été absorbé dans l'organisme.

Des études d'exposition aigu par voie orale renseignent sur les effets toxiques d'une exposition unique et aident à établir les doses pour d'autres tests. Les composés très toxiques sont faciles à reconnaître. Les composés à l'étude sont administrés en une dose unique ou en doses multiples au cours d'une période de 24 heures et l'observation du sujet est continue pendant 14 jours. Ce test peut être utilisé pour définir une LD_{50} (dose létale médiane), qui est la dose unique susceptible de causer la mort de 50 % des animaux d'expérience. La LD_{50} est utile pour comparer la toxicité de plusieurs substances chimiques et peut être utilisée pour évaluer l'impact d'une exposition accidentelle chez les humains. Une "épreuve limite" dans laquelle on utilise un moins grand nombre d'animaux peut également fournir des données sur la toxicité (létalité) relative de plusieurs substances chimiques.

Les études d'exposition subchronique par voie orale fournissent des données sur les effets d'expositions répétées à des composés chimiques. L'exposition n'est pas prolongée la vie durant (sa durée est habituellement de 14 à 90 jours dans les études chez les rats). Ces études fournissent des données sur les effets toxiques, les organes affectés et les doses sans effets. Elles peuvent également être utilisées pour établir les doses pour des études de toxicité chronique (la vie durant). Elles sont plus dispendieuses que les essais d'exposition aiguë.

Les études d'exposition chronique par voie orale sont basées sur une exposition prolongée pendant toute la vie du sujet (habituellement deux ans dans les études chez les rats) et renseignent sur les effets cumulatifs (neurologiques, physiologiques, biochimiques et pathologiques) d'expositions continues à de faibles concentrations. Ces études peuvent être menées pour examiner la cancérogénicité ou les effets sur la reproduction. Elles coûtent extrêmement cher.

La gamme complète des études d'exposition aiguë, subchronique et chronique a été décrite avec précision dans diverses lignes directrices internationales pour les essais de produits afin d'assurer que leur application et leur administration soient uniformes. Elles sont extrêmement utiles pour estimer les dangers potentiels pour la santé des humains.

Essais de toxicité pulmonaire

Les mycotoxines et les propagules fongiques sont inhalées et peuvent avoir des effets importants sur la fonction pulmonaire. Les spores de certains champignons comme *Aspergillus fumigatus* sont capables de coloniser rapidement les tissus humains dans certaines circonstances. Ces mycoses peuvent avoir des effets importants sur la fonction respiratoire et peuvent engendrer des lésions permanentes. Les effets des mycotoxines n'ont pas été aussi bien étudiés parce qu'ils ont habituellement été plus difficiles à obtenir en quantités suffisamment grandes pour des épreuves pulmonaires à long terme et (ou) parce qu'il sont difficiles à identifier en tant qu'agents individuels. Les mycotoxines se présentent

habituellement sous forme de mélanges transportés par l'air avec d'autres mycotoxines, des produits chimiques organiques et des particules.

Certains essais à court terme utilisés pour étudier la réactivité aux mycotoxines inhalées ont déjà été décrits (voir épreuves d'allergénicité). Les essais d'inhalation chez les animaux n'ont pas été largement utilisés à cause du manque de substrats pour les études mais il existe des chambres d'exposition pour les épreuves par inhalation et la technologie nécessaire pour appliquer ces méthodes est disponible. Les pièces à ambiance contrôlée pour l'exposition des humains pourraient largement contribuer à faire comprendre la réponse des humains à des expositions à court terme. Dans ces études, on mesure les effets de telles expositions sur l'épithélium pulmonaire, et plus particulièrement sur les cellules alvéolaires et les macrophages pulmonaires. On peut également utiliser la pharmacocinétique de la fixation pulmonaire.

Essais de toxicité cutanée

Il a été démontré que bon nombre de mycotoxines traversent la peau et provoquent des réactions locales (irritation ou lésion) ou des effets généraux. Par exemple, des travailleurs employés au nettoyage de maisons contaminées ont souffert d'irritations cutanées,[13] des techniciens de laboratoire ont signalé des irritations de la peau et de la nécrose,[22] (Taylor communication personnelle) et des personnes ayant manipulé du foin infesté ont souffert d'effets généraux.[22] Il est possible de mener des épreuves de toxicité cutanée avec des mycotoxines isolées et aussi des mélanges bruts de culture de champignons; de telles épreuves peuvent avoir une importance médicale chez les humains.

Des études de la toxicité des trichothécènes par exposition cutanée ont été menées chez plusieurs espèces animales.[22] Dans la plupart des cas, il s'est agi d'expositions cutanées aigus. Des mycotoxines dissoutes dans le diméthylsulfoxyde (DMSO) ont été appliquées sur la peau de souris, de rats, de cobayes, de singes cynomolgues et de lapins. En général, les mâles sont plus sensibles que les femelles; les effets observés peuvent être des altérations des organes internes, des symptômes cliniques et des lésions histologiques ou même la mort trois jours après l'exposition. On peut trouver des descriptions détaillées des protocoles d'exposition cutanée, pour des expositions aigus et subchroniques, dans les lignes directrices internationales.

Lorsqu'on exécute de telles études, le choix du vecteur (diluant (ou) solvant) est extrêmement important puisqu'il peut influencer le taux d'absorption et subséquemment les effets toxiques. Il est important de reconnaître, lors de l'interprétation des résultats, qu'aucun solvant ne peut simuler parfaitement la déposition à sec qui peut se faire dans des maisons infestées. Toutefois, les tests d'absorption cutanée sont utilisés parce qu'il s'agit d'une méthode réaliste et pratique pour exposer des animaux de laboratoire aux mycotoxines.

Essais de toxicité générale

Une toxine peut avoir un effet au point de contact avec un organisme (effet local) ou bien elle peut être absorbée et provoquer une lésion à une certaine distance du point de contact (effet général).

Alors que les expositions cutanées, pulmonaires et orales aux mycotoxines peuvent provoquer des effets locaux sur la peau, dans les poumons et dans la bouche ou la gorge, elles peuvent également engendrer des effets généraux comme des lésions hépatiques, des lésions rénales ou des lésions du système nerveux périphérique et du système nerveux central.

Une technique d'essai utilisée pour examiner la toxicité générale comporte l'injection de l'agent à l'étude soit directement, dans la circulation sanguine, ou indirectement, dans la cavité abdominale (péritonéale). Lorsqu'on choisit cette dernière façon de procéder, l'agent à l'étude doit être absorbé par l'intestin avant d'entrer dans la circulation et d'atteindre les tissus cibles. Ces essais comportent habituellement l'injection d'une dose unique (aiguë) et sont effectués sur des souris ou des rats. Ils sont utiles pour déterminer la létalité lorsqu'on ne dispose que de faibles quantités de l'agent à l'étude. Ils permettent également de contourner la difficulté inhérente à l'évaluation de la dose réelle reçue par un animal après une exposition cutanée, pulmonaire ou orale. Les études ayant recours à cette voie d'exposition sont rarement utilisées pour évaluer les effets d'expositions à long terme.

CONCLUSIONS

1. Les champignons sont des contaminants très répandus de l'air et de la poussière à l'intérieur des maisons. Ils peuvent provenir de l'extérieur ou avoir poussé sur des substrats humides dans la maison.
2. Les champignons et leurs toxines peuvent causer des maladies chez les humains, notamment des allergies respiratoires et cutanées ou d'autres lésions et infections des tissus (particulièrement des mycoses pulmonaires) de même que des effets toxiques généraux (immunosuppression, nécrose de certains organes). Les effets toxiques peuvent être dus à l'exposition aux mycotoxines, aux substances chimiques volatiles et (ou) aux propagules transportés par l'air (mycélium, spores, microparticules). Les symptômes signalés dans des rapports d'exposition varient en intensité de très bénins à très graves; certaines expositions ont entraîné la mort des sujets.
3. Les conditions qui règnent dans la maison déterminent de façon absolue la flore dans l'air. Les champignons se multiplient rapidement dans un milieu humide, en présence de substrats convenables et de températures modérées. Il faut une source d'innoculum qui se trouve habituellement dans l'air.
4. Il existe quelques données qualitatives sur les espèces de champignons normalement présentes dans l'air d'une pièce, mais la plupart des données ne sont pas quantitatives. Comme la numération des champignons est compliquée et dispendieuse, bon nombre de rapports d'études contiennent des données qualitatives et ne donnent que le genre des agents microbiologiques. Cette information est insuffisante pour analyser les risques pour la santé.

5. La plus grande partie de l'information sur le type, la concentration et les effets des mycotoxines provient d'études sur la contamination des aliments pour les humains ou pour les animaux et d'études sur la toxicité chez des animaux de laboratoire. On sait peu de choses à propos des types d'effets des mycotoxines et des substances volatiles dégagées par les champignons dans l'air ambiant. D'après quelques rapports, il est évident que les effets sur la santé peuvent être très graves. Bien que les mycotoxines aient été mises en cause dans des problèmes relatifs à l'air dans les maisons, d'ordinaire, il n'existe pas de données quantitatives sur l'exposition des personnes qui y vivent.
6. L'inhalation des mycotoxines s'est révélée une méthode très efficace d'exposition dans les études en laboratoire. La gravité des symptômes peut être beaucoup plus considérable lorsqu'on utilise cette voie d'exposition de préférence aux autres voies.
7. La sensibilité des humains aux toxines et aux allergènes varie largement; une personne peut subir des effets nocifs après une seule exposition alors que d'autres ne semblent ressentir aucun effet. On sait que certaines de ces variations sont dues à l'âge et à l'état de santé mais il existe probablement d'autres raisons encore inconnues.
8. Des essais de cytotoxicité au cours desquels des cellules vivantes sont exposées aux champignons ou à leurs métabolites peuvent être utilisés pour déceler les souches productrices de mycotoxines. Ces essais ne renseignent pas de façon précise sur les effets à court terme ou à long terme chez les humains d'une exposition aux champignons dans l'air ambiant.
9. Il faudrait entreprendre des études toxicologiques dans des chambres d'inhalation ou l'exposition cutanée peut être contrôlée. Les études d'exposition devraient être subchroniques chez les animaux et nécessairement aigus chez les humains. Il faudrait faire des essais d'immunotoxicité des champignons décelés dans l'air des maisons.
10. Les bactéries et les virus qui peuvent vivre dans l'air des maisons peuvent avoir des effets nocifs importants sur la santé. Les infections bactériennes et virales peuvent être facilitées par une diminution de la compétence immunologique causée par des agents fongiques immunosuppresseurs. Par ailleurs, les infections virales et bactériennes peuvent réduire l'immunocompétence de sorte que les champignons pourraient avoir des effets encore plus nocifs pour la santé.
11. Le milieu ambiant à l'intérieur des maisons est un écosystème complexe. Une augmentation de la concentration des bactéries peut favoriser la croissance de champignons qui à leur tour peuvent alimenter des acariens. Tous ces organismes peuvent être directement ou indirectement (sous-produits chimiques, excreta) allergènes.

RECOMMANDATIONS

1. Les recherches sur la qualité de l'air dans les maisons devraient comporter une étude des champignons qui sont un paramètre important.
2. Il faudrait s'efforcer dans la planification, la construction, la modification et l'entretien des édifices de réduire autant que possible l'exposition à une microflore.
3. Il faut normaliser les méthodes d'échantillonnage et d'analyse des contaminants fongiques dans l'air des maisons pour que les études puissent être comparées et avoir du sens.
4. L'évaluation des effets des champignons et de leurs composants sur la santé devrait se faire à partir de données obtenues grâce à des essais d'immunotoxicité et à des études menées dans des chambres d'inhalation.
5. Il faudrait essayer d'améliorer les tests d'allergie chez les humains. Il faudrait choisir des champignons les plus représentatifs des contaminants de l'air des maisons. Il faut réévaluer les méthodes de préparation des extraits afin de réduire la perte de composants allergéniques importants.
6. Toutes les épreuves et les protocoles d'approbation relatifs aux matériaux de construction des maisons devraient tenir compte non seulement des gaz que les réactions chimiques peuvent libérer mais également du potentiel d'apparition de problèmes biologiques.

REMERCIEMENTS

Lors de la préparation de ce rapport, le Groupe de travail a pu bénéficier des conseils experts de plusieurs scientifiques. Le Dr J.E. Salvaggio a rédigé un document de travail; les docteurs G.H. Day, B. Jarvis, C.M. Johnson-Lussenberg, J.M.Macher, R.A. Samson, P.M. Scott, H.B. Schiefer, W.G.Sorenson et A. Taylor ont rédigé des documents de travail et les ont présentés par la suite au Groupe de travail afin d'en discuter. Bon nombre des suggestions qu'ils ont faites ont été retenues.

Nous désirons remercier les docteurs J.D. Bisset, B. Collins, H.Vijay et S. Wong d'avoir participé à nos discussions et M. C. Shirtliffe et ses collègues du Conseil national de recherches du Canada (CNRC) qui nous a fourni des renseignements techniques.

Cette étude était subventionnée à même les fonds du Centre sur la MIUF de Consommation et Corporations Canada (CCC).

BIBLIOGRAPHIE

1. Sneller MR, Roby RR. Incidence of fungal spores at the homes of allergic patients in an agricultural community. I. A 12-month study in and out of doors *Ann Allergy* 1979; 43: 225-228.
2. Bernstein RS, Sorenson WG, Garabrant D, Reaux C, and Treitman RD. Exposure to respirable, airborne *Penicillium* from a contaminated ventilation system: clinical, environmental and epidemiological aspects *Am Ind Hyg Assoc J* 1983; 44: 61-164.
3. Gravesen S. Identification and prevalence of culturable mesophilic microfungi in house dust from 100 Danish homes *Allergy* 1978; 33: 268-272.
4. Kozak P, Gallup J, Cummings L, Gillman S. Currently available methods for home mold surveys II. Examples of problem homes surveyed *Ann Allergy* 1980; 45: 167-176.
5. Kozak PP, Gallup J, Cummings LH, Gillman SA. Indogenous mold exposure; environmental risk to atopic and nonatopic patients, in: Gamage RB, Ed., Indoor Air and Human Health, Proceedings of the Seventh Life Sciences Symposium, Knoxville, Tennessee. October 29-31st. Chelsea MI: Lewis 1984 pp 149-170.
6. Solomon WR. Assessing fungal prevalence in domestic interiors *J Allergy Clin Immunol* 1975; 56: 235-242.
7. Samson RA. Fungi in indoor air associated with adverse health effects. Document de travail fourni au Groupe sur les champignons dans l'air des maisons de Santé et Bien-être social Canada, Direction Hygiène du milieu, Santé et Bien-être social Canada, Ottawa, Ontario, K1A 0L2, 1986.
8. Miller JD, Schneider MH, Whitney WJ. Fungi on fuel wood chips in a home *Wood and Fiber* 1982; 14: 54-59.
9. Macher JM. Air sampling methods for biological contaminants. Document de travail fourni au Groupe sur les champignons dans l'air des

maisons de Santé et Bien-être social Canada, Direction Hygiène du milieu, Santé et Bien-être social Canada, Ottawa, Ontario, K1A 0L2, 1986.
10. Miller JD, Holland H. Biodeteriogenic fungi in two Canadian historic houses subjected to different environmental controls *Int Biodetn Bull* 1981; 17(2): 39-45.
11. Scott PM. Mycotoxins produced by certain fungi associated with thermal insulation. Document de travail fourni au Groupe sur les champignons dans l'air des maisons de Santé et Bien-être social Canada, Direction Hygiène du milieu, Santé et Bien-être social Canada, Ottawa, Ontario, K1A 0L2, 1986.
12. Taylor A. Some aspects of the chemistry and biology of the genus *Hypocrea* and its anamorphs, *Trichoderma* and *Gliocladium*. Proceedings of the Nova Scotia Institute of Science (sous presse).
13. Jarvis B. Potential indoor air pollution problems associated with macrocyclic trichothecene producing fungi. Document de travail fourni au Groupe sur les champignons dans l'air des maisons de Santé et Bien-être social Canada, Direction Hygiène du milieu, Santé et Bien-être social Canada, Ottawa, Ontario, K1A 0L2, 1986.
14. Abbas H K, Mirocha C J, Shlen W T. Mycotoxins produced by fungi isolated from foodstuffs and soil; comparison of toxicity in fibroblasts and rat feeding tests *Appl Environ Microbiol* 1984; 48: 654-661.
15. Miller JD, Taylor A, Greenhalgh R. Production of deoxynivalenol and related compounds in liquid culture by *Fusarium graminearum Can J Microbiol* 1983; 29: 1171-1178.
16. Anon. Protection against trichothecene mycotoxins. Washington, DC, USA: National Academy of Science, 1983.
17. Bu'Lock JD. Secondary metabolism in fungi, in: Smith JE, Berry DR, Eds., The Filamentous Fungi, Vol 1. New York: John Wiley and Sons 1975 pp 33-58.
18. NRCC. Mycotoxins: a Canadian Perspective. Associated Committee on Scientific Criteria for Environmental Quality. Ottawa, Ontario: National Research Council of Canada, NRCC No. 22848, 1985.
19. Hale MD, Eaton RA. Oscillatory growth of fungal hyphae in wood cell walls *Trans Br Mycol Soc* 1985; 84: 277-288.
20. Greenhalgh R, Miller JD, Neish GA, Schiefer HB. Toxigenic potential of some *Fusarium* isolates from Southeast Asia *Appl Environ Microbiol* 1985; 50: 550-552.
21. Wicklow DT. Interference competition. in: Wicklow DT, Carroll CG, Eds., The Fungal Community. New York: Marcel Dekker 1981 pp 351-375.
22. Schiefer HB. Health effects from mycotoxins (volatile or adsorbed to particulates): A review of the relevant data in animal experiments. Document de travail fourni au Groupe sur les champignons dans l'air des maisons de Santé et Bien-être social Canada, Direction Hygiène du milieu, Santé et Bien-être social Canada, Ottawa, Ontario, K1A 0L2, 1986.
23. Day H. UFFI-Fungal Interaction. Document de travail fourni au Groupe sur les champignons dans l'air des maisons de Santé et Bien-être social Canada, Direction Hygiène du milieu, Santé et Bien-être social Canada, Ottawa, Ontario, K1A 0L2, 1986.
24. Anon. Textes d'un atelier sur le rôle potentiel de microorganismes (notamment des champignons) dans le problème de la MIUF. Organisé par le Conseil national de recherches, M-55, le 26 nov. 1984. Disponible au Centre sur la MIUF, Consommation et Corporations Canada.
25. Collins RP. Terpenes and odoriferous materials from microorganisms (Fungi as source of flavor compounds) *J Nat Prod. (Lloydia)*, 1976; 39: 20-24.
26. Halim AF, Norciso JA, Collins RP. Odorous constituents of *Penicillium decumbens Mycologia* 1975; 67: 1158-1165.
27. Pyysola H. Identification of volatile compounds in seven edible fresh mushrooms *Acta Chemica Scandinavica* 1976; B30: 235-244.
28. Saito M, Yamanishi T, Tsuruta O. Studies on odour substances of fungi, I. Identification of the fungal odours produced on synthetic medium *Rept Natl Food Res Inst* 1979; 34: 67-69.
29. Seifert RM, King AD. Identification of some volatile constituents of *Aspergillus clavatus J Agric Food Chem* 1982; 30: 786-790.
30. Hyppel, A. Finger print of a mould odor, in: Berglund B, Lindrall T, Sundell J, Eds., Indoor Air Vol. 3. Swedish Council for Building Research, Stockholm, Sweden: 1984; pp 443-447.
31. Wicklow DT, Shotwell OL. Intrafungal distribution of aflatoxin among conidia and sclerotia of *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus Can J Microbiol* 1983; 29: 1-5.
32. Gold LS, Sawyer CB, Magaw R, Backman GM, de Veciana M, Levinson R, Hooper NR, Havender WR, Bernstein L, Peto R, Pike MC, Ames BN. A carcinogenic potency data base of the standardized results of animal bioassays *Env Health Persp* 1984; 58: 9-319.
33. Santé et Bien-être social Canada. Codification ministérielle de la Loi des aliments et drogues et du Règlement sur les aliments et drogues, avec modifications. Approvisionnements et Services Canada, 1981.
34. Ueno Y. Toxicological features of T_2- toxin and related trichothecenes *Fundam Appl Toxicol* 1984; 4: S124-S132.
35. McLaughlin CS, Vaughan MH, Campbell IM, Wei CM, Stafford ME, Hauser BS. Inhibition of protein synthesis by trichothecenes, in: Bodricks, Hesseltine, Mehlman Eds., Mycotoxins in Human and Animal Disease. Park Forrest, Ill: Pathotox 1977; pp 263-273.
36. Austwick PK. Human mycotoxicosis-past, present and future *Chem Industr* 1984; 15: 547-551.
37. Hintikka EL. Stachybotryotoxicosis as a Veterinary Problem, in: Bodricks, Hesseltine, Mehlman, Eds., Mycotoxins in Human and Animal Disease. Park Forrest, Ill: Pathotox 1977; pp 277-284.
38. Ciegler A, Vesonder RF. Microbial food and feed toxicants: fungal toxins, in: Rechcigl, M, Ed., Handbook of Foodborne Diseases of Biological Origin. BocaRaton, Florida: CRC Press 1983; pp 57-192.
39. Eichner RD, Millbacher A. Hypothesis: fungal toxins are involved in Aspergillosis and AIDS *Aust J Expl Biol Med Sci* 1984; 62: 479-484.
40. Tobin RS. Health effects of airbone bacteria. Document de travail fourni au Groupe sur les champignons dans l'air des maisons de Santé et Bien-être social Canada, Direction Hygiène du milieu, Santé et Bien-être social Canada, Ottawa, Ontario, K1A 0L2, 1986.
41. Johnston-Lussenburg C. Viruses in air and their potential for infectivity as well as the presence and importance of endotoxins and *Legionella* in indoor air. Document de travail fourni au Groupe sur les champignons dans l'air des maisons de Santé et Bien-être social Canada, Direction Hygiène du milieu, Santé et Bien-être social Canada, Ottawa, Ontario, K1A 0L2, 1986.
42. Salvaggio JE. Human symptoms and epidemiology of fungi in air. Document de travail fourni au Groupe sur les champignons dans l'air des maisons de Santé et Bien-être social Canada, Direction Hygiène du milieu, Santé et Bien-être social Canada, Ottawa, Ontario, K1A 0L2, 1986.
43. Giddings MJ. Occupational health problems due to air exposure to fungal contamination. Document de travail fourni au Groupe sur les champignons dans l'air des maisons de Santé et Bien-être social Canada, Direction Hygiène du milieu, Santé et Bien-être social Canada, Ottawa, Ontario, K1A 0L2, 1986.
44. Popendorf W, Donham KJ, Easton DN, Silk J. A synopsis of agricultural respiratory hazards *Am Ind Hyg Assoc J* 1985; 46: 154-161.
45. Emanuel DA, Wenzel BS, Lawton BR. Pulmonary mycotoxicosis *Chest* 1975; 67: 293-297.
46. Marx JJ, Arden-Jones MP, Treuhaft MW, Gray RL, Motszko CS, Hahn FF. The pathogenetic role of inhaled microbial material in pulmonary mycotoxicosis as demonstrated in an animal model *Chest* 1981; 80: 76S-77S.
47. Sorenson, W.G. Mycotoxins: an inhalation hazard? Document de travail fourni au Groupe sur les champignons dans l'air des maisons de Santé et Bien-être social Canada, Direction Hygiène du milieu, Santé et Bien-être social Canada, Ottawa, Ontario, K1A 0L2, 1986.
48. Northup SC, Kilburn KH. The role of mycotoxins in human pulmonary disease, in: Wyllie TD, Morehouse LG, Eds., Mycotoxic Fungi, Mycotoxicosis, an Encyclopedic Handbook, Vol 3 Mycotoxicosis of Man and Plants: Mycotoxin Control and Regulatory Practices. New York: Marcel Dekker 1978 pp 91-108.
49. van Nieuwenhuize JP, Herber RFM, DeBruin A, Meyer Ir, Duba WC. Epidemiological study on the carcinogenicity of prolonged exposure to low levels among workers of a plant *Tidjs Soc Geneesk* 1973; 51: 706-710, 717, 754-760.
50. Martin DG, Creasia DA, Parker GW. Effect of intratracheal T-mycotoxin on respiratory gas exchange in the rat. The Toxicologist 1985; 5: 234 (Abstract No. 733).
51. OCDE. Lignes directrices pour les essais de produits chimiques. Paris, France: Organisation pour la Coopération et le développement économique, 1981 ISBN 92-64-12221-4.
52. Santé et Bien-être social Canada. Mise en évidence des propriétés cancérigènes, mutagènes et tératogènes des produits chimiques. Publication de Santé et Bien-être social Canada, 1975.
53. OMS. Critères d'hygiène de l'environnement 6. Principes et méthodes d'évaluation de la toxicité des produits chimiques. Part 1. Genève: Document publié sous la double égide de l'Organisation mondiale de la Santé et du Programme des Nations Unies pour l'Environnement, 1978 ISBN 92-4-154066-4.
54. USFDA. Toxicological principles for the safety assessment of direct food additives and color additives used in food. Washington, DC: US food and Drugs Administration, Bureau of Foods, 1982 NTIS PB83-170696.
55. Federal Register Part 798 — Health effects testing guidelines. 1985; 50(198): 39397-39472.
56. Dean JH, Luster MI, Boorman GA, Lauer LD. Procedures available to examine the immunotoxicity of chemicals and drugs. *Pharmacol. Rev* 1982; 34(1): 137-148.
57. Vos JG. Immunotoxicity assessment: screening and function studies *Arch Toxicol Suppl* 1980; 4: 95-108.

COLLOQUE - FORMATION EN SANTE ENVIRONNEMENTALE

CONTAMINANTS CHIMIQUES DE L'AIR INTERIEUR

Les contaminants chimiques de l'air intérieur des tours à bureaux pouvant être cause du phénomène "Tight Building Illness", leurs sources et mesures sont présentés. Le rôle possible de l'ensemble de vapeurs organiques volatiles dans l'apparition de certains symptômes chez les occupants de ces tours est discuté.

Les contaminants chimiques retrouvés dans l'air intérieur des résidences familiales sont aussi considérés. Certains gaz et vapeurs tel le formaldéhyde et l'oxyde d'azote retrouvés dans plusieurs demeures modernes, leurs sources, effets physiologiques et mesures sont discutés. Les problèmes reliés à la mesure et à l'interprétation des résultats obtenus seront aussi présentés.

RESUMÉ

Le radon domiciliaire, analyse des risques à la santé

Le radon est un gaz radioactif qui émane du sol. Après inhalation, son effet biologique est causé par ses produits de filiation qui émettent des particules alpha dans le poumon. Le radon existe depuis le commencement de la création. Il résulte de la désintégration atomique du radium et il est un élément de pollution "intérieure" naturel. Le radon existe à l'état de gaz dans le sol et il pénètre dans les domiciles lorsqu'il y a une différence de pression entre le sous-sol et les gaz souterrains. Un grand nombre de facteurs influent sur ce mécanisme. Les plus marquants sont les changements de pression atmosphérique et l'effet de cheminée produit par des températures plus élevées à l'intérieur qu'à l'extérieur.

Le radon se retrouve dans toutes les parties du monde. Chaque mètre carré de sol produit ce gaz. Les études entreprises par le Ministère de la Santé nationale et du Bien-être social dans 19 régions urbaines au Canada indiquent que le niveau moyen de radon dans les maisons peut varier d'un facteur 6 de ville en ville.

Toutetefois, même dans les villes où les niveaux de radon sont en moyenne les plus hauts, il n'est pas possible de prédire de maison en maison la teneur en radon pour un domicile en particulier.

Le radon, par ses produits de filiation, est un cancérigène bien établi. On a démontré ses effets chez les animaux et chez les humains, notamment les mineurs d'uranium. Le risque pour les mineurs a été calculé autour de 350 décès/10^6 personnes NT.

Le calcul du risque domiciliaire est toutefois plus difficile à établir. Les études épidémiologiques entreprises par le Ministère de la Santé nationale et du Bien-être social ne démontrent aucun lien entre les niveaux moyens de radon et les taux de cancers du poumon dans les différentes régions du Canada. La question est d'autrement plus complexe que le tabagisme est la cause principale du cancer du poumon et qu'il semble avoir un effet synergique chez les mineurs d'uranium.

Dans certain cas où le radon domiciliaire est très élevé les risques à l'individu sont très hauts. Quant aux risques à la population et des projections d'effets à long-terme, on peut prédire un nombre important de cancers du poumon mais plus de 80 pour cent sont attribués à des niveaux de radon très bas non contrôlables.

Des études de coûts/bénéfices démontrent qu'un grand nombre d'actions et des sommes imposantes doivent être dépensées pour obtenir un effet minime sur les taux d'incidence du cancer du poumon. Il reste plusieurs questions à définir telles que la grandeur du risque du radon domiciliaire par rapport à l'exposition durant l'enfance et les projections de la décroissance du risque avec le temps. Ce dernier point fait l'objet d'une étude épidémiologique cas-témoin présentement en cours à Winnipeg, ce qui devrait permettre d'établir des projections de risques plus réalistes.

RADON

The Advisory Committee on Environmental and Occupational Health recommends:

1. that remedial measures be taken where the level of radon in a home is found to exceed 800 Bq/m3 as the annual average concentration. Beacause there is some risk at any level of radon exposure, home owners may wish to reduce levels of radon as low as practivable;

2. that all appropriate federal and provincial agencies be encouraged to communicate with the public on the issue of indoor radon.

The Advisory Committee recognizes the need for further work to define the risks associated with particular exposures to indoor radon and will undertake to conduct such work.

The Advisory Committee recognizes the benefit of seeking national consensus by means of a consultative and public process.

The Department of National Health and Welfare will undertake to publish a citizen's guide on the radon issue to facilitate communication with the public.

COLLOQUE-FORMATION EN SANTÉ ENVIRONNEMENTALE

(QUÉBEC, HÔTEL LOEWS LE CONCORDE, LES 15 ET 16 NOVEMBRE 1988)

NOTES POUR L'ALLOCUTION DE CLÔTURE PRONONCÉE PAR

MONSIEUR RÉJEAN CANTIN

SOUS-MINISTRE DE LA SANTÉ ET DES SERVICES SOCIAUX

SERVICE DE LA PRÉVENTION ET DE LA PROTECTION DE LA SANTÉ PUBLIQUE

MINISTÈRE DE LA SANTÉ ET DES SERVICES SOCIAUX

QUÉBEC, LE 7 NOVEMBRE 1988

INTRODUCTION

MES PREMIERS MOTS SERONT POUR VOUS REMERCIER DE CETTE INVITATION À M'ADRESSER À VOUS À L'OCCASION DE CE DEUXIÈME COLLOQUE-FORMATION EN SANTÉ ENVIRONNEMENTALE.

L'IMPORTANCE DE LA RELATION SANTÉ-ENVIRONNEMENT EST MAINTENANT BIEN ANCRÉE DANS LES CONVICTIONS DE CHACUN, DE MÊME QUE LA NÉCESSITÉ DE LA CONCERTATION DES EFFORTS DE NOS MINISTÈRES RESPECTIFS EN SANTÉ ENVIRONNEMENTALE. NUL DOUTE QUE LE COLLOQUE Y AURA CONTRIBUÉ D'UNE MANIÈRE TANGIBLE, PAR LES ÉCHANGES FRUCTUEUX QU'IL AURA FAVORISÉS ENTRE SPÉCIALISTES, INTERVENANTES ET INTERVENANTS DE LA SANTÉ ET DE L'ENVIRONNEMENT.

PERMETTEZ-MOI D'ABORD DE VOUS PRÉSENTER EN BREF LES GRANDES ORIENTATIONS QUE LE MINISTÈRE DE LA SANTÉ ET DES SERVICES SOCIAUX ENVISAGE PRÉSENTEMENT DANS LE DOMAINE DE LA SANTÉ ENVIRONNEMENTALE.

A) Orientations du ministère de la Santé et des Services sociaux en santé environnementale

Vous vous souvenez qu'à l'occasion du premier colloque de 1986, j'avais annoncé la mise en oeuvre d'une entente de collaboration entre nos ministères respectifs: c'est maintenant chose accomplie! Nous savions qu'une telle entente générerait plus de travail et le temps nous a donné raison: les demandes d'expertises se multiplient sur des questions de santé en relation avec la pollution et la détérioration de l'environnement. Notre Direction de la Santé publique, et notre réseau de santé communautaire, jouent des rôles importants en santé environnementale et nous sommes disposés à considérer cette lourde tâche dans le développement de nos services.

Cette entente de collaboration nous amène à nous poser des questions qui jusqu'ici étaient quasi inexistantes. On a maintenant l'impression que bien peu de secteurs échappent à la préoccupation environnementale. La santé environnementale constitue une nouvelle dimension trop souvent ignorée que nous devrons creuser davantage dans la préparation et la défense de nos dossiers. Nous devons cependant nous assurer d'un support professionnel de qualité.

C'EST AINSI QUE NOTRE INTERVENTION DEVRA S'APPUYER SUR UNE ÉQUIPE AGUERRIE QUI SAURA SE RÉFÉRER RAPIDEMENT AUX SPÉCIALISTES EN SANTÉ ENVIRONNEMENTALE AFIN QUE LE MINISTÈRE DE LA SANTÉ ET DES SERVICES SOCIAUX PUISSE ACCOMPLIR LES FONCTIONS QUI LUI SONT DÉVOLUES.

UNE TELLE ÉQUIPE DEVRAIT POUVOIR NOUS FOURNIR LES ÉLÉMENTS ESSENTIELS AUX PRISES DE DÉCISION DANS TOUTE SITUATION D'AGRESSION ENVIRONNEMENTALE, À COURT TERME OU À LONG TERME. ON SAIT QU'EN CE QUI CONCERNE PLUS PARTICULIÈREMENT LES URGENCES ENVIRONNEMENTALES, LA CATASTROPHE DE SAINT-BASILE-LE-GRAND AURA PUISSAMMENT TÉMOIGNÉ EN FAVEUR DE LA CRÉATION D'UNE TELLE ÉQUIPE.

AU MOYEN D'OUTILS TELS QUE LA TOXICOLOGIE, L'ÉPIDÉMIOLOGIE, L'ANALYSE DE RISQUE ET L'HYGIÈNE ENVIRONNEMENTALE, NOUS DEVRIONS POUVOIR TRAVAILLER SUR:

A) LA RÉDUCTION À LA SOURCE DES RISQUES ENVIRONNEMENTAUX;

B) LA GESTION DES PROBLÈMES SANITAIRES ENVIRONNEMENTAUX;

C) L'INTERVENTION MÉDICO-SANITAIRE EN SITUATIONS D'URGENCE;

D) LE SUIVI MÉDICAL DE LA SANTÉ DES POPULATIONS EXPOSÉES;

E) LE DÉVELOPPEMENT D'OUTILS DE COMMUNICATION ET D'INFORMATION DESTINÉS À LA POPULATION, AU REGARD DE LA PRÉVENTION DES PROBLÈMES DE SANTÉ ASSOCIÉS À LA POLLUTION DE L'ENVIRONNEMENT.

CONFORMÉMENT À DE TELS OBJECTIFS, NOUS ÉTUDIONS PRÉSENTEMENT UN PLAN GLOBAL DE RECHERCHE/DÉVELOPPEMENT/INTERVENTION (RDI), QUI ASSURERAIT, PARALLÈLEMENT À LA RECHERCHE PROPREMENT DITE, LE DÉVELOPPEMENT ET L'INTERVENTION DANS LES CHAMPS D'INTÉRÊT APPROPRIÉS, PERMETTANT UNE APPLICATION OPTIMALE DES NOUVELLES CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES. CETTE RDI DEVRAIT SE FAIRE SUIVANT QUATRE (4) PÔLES MAJEURS, QUI SERAIENT:

1. LES RISQUES POUR LA SANTÉ RELIÉS AUX ACTIVITÉS INDUSTRIELLES;

2. LES RISQUES PROVENANT DES ACTIVITÉS URBAINES;

3. LES RISQUES CHIMIQUES RELIÉS À LA POLLUTION DIFFUSE DES CONTAMINANTS TOXIQUES OU PERSISTANTS;

4. L'ANALYSE DE RISQUE ET L'ANALYSE DES IMPACTS SUR LA SANTÉ DES PROGRAMMES, POLITIQUES ET PROJETS GOUVERNEMENTAUX.

- RÉVISION DE LA LOI SUR LA PROTECTION DE LA SANTÉ PUBLIQUE

COMPTE TENU DES NOUVELLES ORIENTATIONS DE LA SANTÉ PUBLIQUE EN MATIÈRE DE SANTÉ ENVIRONNEMENTALE, IL SERAIT SOUHAITABLE DE MODERNISER LE TEXTE DE LA LOI SUR LA PROTECTION DE LA SANTÉ PUBLIQUE. UNE TELLE DÉMARCHE FAIT D'AILLEURS EN PARTIE L'OBJET DES RECOMMANDATIONS DU GROUPE DE TRAVAIL SUR L'ANALYSE DE L'ACTION DES DÉPARTEMENTS DE SANTÉ COMMUNAUTAIRE, DONT LE RAPPORT A ÉTÉ DÉPOSÉ EN MAI DERNIER.

LA DIRECTION DE LA SANTÉ PUBLIQUE DE NOTRE MINISTÈRE AURA DONC POUR MANDAT DE PROPOSER UNE RÉVISION DE LA LOI SUR LA PROTECTION DE LA SANTÉ PUBLIQUE, AFIN DE MIEUX L'ADAPTER À NOS PRÉOCCUPATIONS ACTUELLES EN MATIÈRE DE SANTÉ ENVIRONNEMENTALE. LA LOI POURRAIT AINSI DÉFINIR AVEC PLUS DE PRÉCISION:

A) LE MANDAT DU MINISTÈRE DE LA SANTÉ ET DES SERVICES SOCIAUX EN MATIÈRE DE SANTÉ ENVIRONNEMENTALE;

B) LES RÔLES ET RESPONSABILITÉS, EN SANTÉ ENVIRONNEMENTALE, DU MINISTÈRE DE LA SANTÉ ET DES SERVICES SOCIAUX, DE SON RÉSEAU DE SANTÉ COMMUNAUTAIRE ET AUTRES ORGANISMES QUI LUI SONT RATTACHÉS (CENTRE DE TOXICOLOGIE DU QUÉBEC, LABORATOIRE DE SANTÉ PUBLIQUE);

C) LES RÔLES ET RESPONSABILITÉS DU MINISTÈRE DE LA SANTÉ ET DES SERVICES SOCIAUX, PAR RAPPORT AUX AUTRES MINISTÈRES CONCERNÉS PAR LA SANTÉ ENVIRONNEMENTALE (ENVIRONNEMENT, AGRICULTURE, PÊCHERIES ET ALIMENTATION, LOISIR, CHASSE ET PÊCHE);

D) LES POUVOIRS, DEVOIRS ET OBLIGATIONS DU MINISTÈRE DE LA SANTÉ ET DES SERVICES SOCIAUX ET DE SON RÉSEAU EN MATIÈRE DE PROTECTION DE LA SANTÉ PUBLIQUE FACE AUX PROBLÈMES SANITAIRES LIÉS À LA QUALITÉ DE L'ENVIRONNEMENT.

JE LISAIS RÉCEMMENT UN DOSSIER TRÈS ÉLOQUENT QUI PERMET À SON LECTEUR DE CONNAÎTRE LES LIMITES ET LES LACUNES DES CONTRÔLES QUE NOUS EXERÇONS ACTUELLEMENT EN MATIÈRE DE RADIOLOGIE DIAGNOSTIQUE ET DE BIOLOGIE MÉDICALE. LES CONSTATS SONT RENVERSANTS ET NOUS

DEVRONS APPORTER LES CORRECTIFS QUE NOUS IMPOSE LA SITUATION. IL EST ÉVIDENT QUE MALGRÉ NOTRE BONNE VOLONTÉ NOUS NE POURRONS SEUL RELEVER UN TEL DÉFI. JE N'AI PAS À VOUS EN CONVAINCRE J'EN SUIS SÛR. MAIS LÀ OÙ L'ON PEUT INTERVENIR C'EST EN ACCEPTANT TOUS ET CHACUN DE CHANGER LES HABITUDES QUE NOUS DÉPLORONS CHEZ NOTRE VOISIN.

B) LES THÈMES DU COLLOQUE

POUR FAIRE SUITE AUX DÉVELOPPEMENTS DES THÈMES DU PRÉSENT COLLOQUE, JE ME PERMETS DE TIRER QUELQUES CONCLUSIONS, DANS LA PERSPECTIVE DES NOUVELLES ORIENTATIONS QUI DEVRONT BIENTÔT ANIMER LES ACTIONS DE NOTRE MINISTÈRE EN SANTÉ ENVIRONNEMENTALE.

THÈME 1:

LES URGENCES EN SANTÉ ENVIRONNEMENTALE

TOUT D'ABORD, CONSIDÉRONS LE THÈME DES "URGENCES EN SANTÉ ENVIRONNEMENTALE". LES ORGANISMES DE SANTÉ ONT PRIORITAIREMENT LIMITÉ LEURS ACTIONS AU SEUL ASPECT CURATIF DANS LE DOMAINE DES PROBLÈMES DE SANTÉ ET DES TRAUMATISMES DÉCOULANT DES RISQUES TECHNOLOGIQUES. NOTRE RÔLE SE LIMITAIT AINSI AU DERNIER RECOURS,

C'EST-À-DIRE À L'INTERVENTION ULTIME EN SALLE D'URGENCE, APRÈS ACCIDENTS ET CATASTROPHES. BIEN SÛR, CE RÔLE DEMEURE TOUJOURS ESSENTIEL. CEPENDANT, LA SANTÉ PUBLIQUE CONTEMPORAINE DOIT S'INTÉRESSER AUSSI DE PLUS EN PLUS À LA PRÉVENTION À LA SOURCE DES RISQUES TECHNOLOGIQUES.

C'EST AINSI QUE L'ON VERRA DE PLUS EN PLUS LA SANTÉ PUBLIQUE JOUER UN RÔLE ACTIF DANS LA PRÉVENTION DE CES RISQUES, À COURT TERME OU À LONG TERME. DES ÉQUIPES MULTIDISCIPLINAIRES DEVRONT AVOIR LA CAPACITÉ D'INTERVENIR DANS DES CHAMPS DE RESPONSABILITÉS QUI ONT LONGTEMPS ÉTÉ PERÇUS COMME L'APANAGE DES AUTRES SCIENTIFIQUES, INGÉNIEURS ET TECHNICIENS OEUVRANT DANS LEURS DOMAINES EXCLUSIFS. DANS CETTE OPTIQUE ON DEVRA, ENTRE AUTRES CHOSES, PROMOUVOIR LA PARTICIPATION DES SPÉCIALISTES DE LA SANTÉ À L'ANALYSE ET À L'ÉVALUATION DES ÉTUDES D'IMPACT DES GRANDS PROJETS SUR L'ENVIRONNEMENT. DE PLUS, ON DEVRA PROMOUVOIR LA PARTICIPATION ACTIVE À LA RÉGLEMENTATION ENVIRONNEMENTALE, NOTAMMENT À L'ÉTABLISSEMENT DE NORMES SÉCURITAIRES AYANT TRAIT À LA GESTION DES SUBSTANCES DANGEREUSES. ET CECI EN VERTU DE LA LOI SUR LES SERVICES DE SANTÉ ET LES SERVICES SOCIAUX (L.R.Q., C. M-19.2, ARTICLE 3), QUI PRÉCISE CE DEVOIR DE NOTRE MINISTÈRE DE:

PARTICIPER À L'ÉLABORATION ET À LA MISE EN OEUVRE DES PROGRAMMES D'ASSAINISSEMENT DU MILIEU PHYSIQUE DANS LEQUEL VIT LA POPULATION À LAQUELLE CES PROGRAMMES SONT DESTINÉS.

CE RÔLE DE PRÉVENTION DES RISQUES TECHNOLOGIQUES PAR LES ORGANISMES DE SANTÉ, AINSI QUE LA CAPACITÉ D'INTERVENTION EN SITUATIONS D'URGENCE, AVAIENT D'AILLEURS ÉTÉ MENTIONNÉS DANS LA PROBLÉMATIQUE SANITAIRE DÉVELOPPÉE PAR LA COMMISSION ROCHON.

A LONG TERME, CE SONT LES RISQUES TECHNOLOGIQUES DÉCOULANT DU DÉVELOPPEMENT INDUSTRIEL EN GÉNÉRAL QUI DEVRAIENT PRÉOCCUPER SUR UN PLAN PLUS GLOBAL LA SANTÉ PUBLIQUE. CES RISQUES ONT ÉTÉ MIS EN ÉVIDENCE PAR LA COMMISSION MONDIALE SUR L'ENVIRONNEMENT ET LE DÉVELOPPEMENT, DANS LE RAPPORT BRUNDTLAND: "NOTRE AVENIR À TOUS". ILS ONT TRAIT NOTAMMENT AU PHÉNOMÈNE DES PRÉCIPITATIONS ACIDES, À LA DESTRUCTION DE LA COUCHE D'OZONE, ET À L'EFFET DE SERRE (OU AUGMENTATION DE LA TEMPÉRATURE DE LA PLANÈTE). BIEN QU'ILS S'APPLIQUENT À L'ÉCHELLE PLANÉTAIRE, CES RISQUES ONT NÉANMOINS DES INCIDENCES IMMÉDIATES SUR LE TERRITOIRE DU QUÉBEC: LES PRÉCIPITATIONS ACIDES, AUXQUELLES LE QUÉBEC EST PARTICULIÈREMENT VULNÉRABLE, EN CONSTITUENT UN BON EXEMPLE.

INCIDEMMENT, LA RÉCENTE OFFICIALISATION PAR LE GOUVERNEMENT DU QUÉBEC DU COMITÉ INTERMINISTÉRIEL SUR LE PHÉNOMÈNE DES PRÉCIPITATIONS ACIDES ET DU DÉPÉRISSEMENT DES FORÊTS, SUR LEQUEL NOTRE MINISTÈRE EST D'AILLEURS REPRÉSENTÉ, NOUS PERMETTRA DE JOUER UN RÔLE SIGNIFICATIF DANS LA PRÉVENTION DES EFFETS SUR LA SANTÉ.

THÈME 2

LA CONTAMINATION DE LA CHAÎNE ALIMENTAIRE

L'IMPLICATION DU MINISTÈRE DE LA SANTÉ ET DES SERVICES SOCIAUX DANS CE DOMAINE SE MANIFESTE DANS PLUSIEURS DOSSIERS, DONT NOTAMMENT: LA CONTAMINATION AU CADMIUM DES ABATS D'ANIMAUX, LA CONTAMINATION DE L'EAU POTABLE PAR LES PESTICIDES, PAR LE PLOMB, OU AUTRES MICROPOLLUANTS, ET ENFIN LA CONTAMINATION DU POISSON PAR DES SUBSTANCES TOXIQUES.

LE DOSSIER DE LA CONTAMINATION DE LA CHAÎNE ALIMENTAIRE EST TYPIQUEMENT INTERSECTORIEL, ET CHEVAUCHE LES JURIDICTIONS DE PLUSIEURS ORGANISMES. DANS CETTE OPTIQUE D'INTERSECTORIALITÉ, EN CE

QUI CONCERNE NOTAMMENT LA CONTAMINATION DU POISSON PAR DES SUBSTANCES TOXIQUES, NOUS AVONS L'INTENTION D'INTENSIFIER NOS EFFORTS, AVEC LA DIRECTION DU MILIEU AQUATIQUE DU MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, EN VUE DE L'ÉLABORATION D'UNE STRATÉGIE GOUVERNEMENTALE DE PROTECTION DE LA SANTÉ PUBLIQUE. CETTE STRATÉGIE DEVRAIT ÊTRE PORTÉE À L'ATTENTION DU COMITÉ INTERMINISTÉRIEL SUR LA CONTAMINATION DU POISSON PAR DES SUBSTANCES TOXIQUES, COMITÉ REGROUPANT QUATRE (4) MINISTÈRES.

THÈME 3

LA POLLUTION DE L'AIR INTÉRIEUR

LES CONFÉRENCES PRONONCÉES SOUS LE THÈME DE LA POLLUTION DE L'AIR INTÉRIEUR ONT BIEN ILLUSTRÉ LES PROBLÈMES DE POLLUTION PHYSICO-CHIMIQUE ET BIOLOGIQUE QUE NOUS SOMMES SUSCEPTIBLES DE RENCONTRER DANS L'AIR DE NOS RÉSIDENCES. EVIDEMMENT, ON DOIT TOUJOURS GARDER À L'ESPRIT QUE LE PRINCIPAL AGENT DE POLLUTION INTÉRIEURE RÉSIDENTIELLE RESTE ENCORE LE TABAGISME.

LE TABAGISME PREND ENCORE PLUS DE PLACE À MESURE QUE LA SCIENCE DÉCOUVRE DE NOUVEAUX PHÉNOMÈNES DE SYNERGIE DONT IL FAIT L'OBJET AVEC LES AUTRES POLLUANTS.

LE RADON EN EST UN BON EXEMPLE. NOUS AVONS TENU, EN MAI DERNIER, UNE TABLE DE CONCERTATION À HULL, RÉUNISSANT DES EXPERTS DE SANTÉ ET BIEN-ÊTRE SOCIAL CANADA, D'ENVIRONNEMENT QUÉBEC, AINSI QUE DE NOTRE MINISTÈRE ET DES DÉPARTEMENTS DE SANTÉ COMMUNAUTAIRE CONCERNÉS.

IL EST INTÉRESSANT DE CONSTATER QU'UNE DES PRINCIPALES RECOMMANDATIONS DE CETTE TABLE DE CONCERTATION CONCERNAIT PRÉCISÉMENT LA SYNERGIE ENTRE LE RADON ET LE TABAGISME, EN TERMES DE RISQUE DE CANCER DU POUMON.

CONCLUSION

EN CONCLUSION, JE DIRAI QUE CETTE REVUE DES THÈMES DU COLLOQUE A FAIT RESSORTIR LES OBJECTIFS PRIORITAIRES DU COLLOQUE-FORMATION, EN CE SENS QU'APPARAISSENT MAINTENANT BEAUCOUP PLUS CLAIREMENT LES IMPÉRATIFS DE CONCERTATION, D'INTERSECTORIALITÉ, DE MULTIDISCIPLINARITÉ.

LA RECHERCHE EN SANTÉ ENVIRONNEMENTALE DEVRA ÊTRE ACCOMPAGNÉE DU DÉVELOPPEMENT DES RESSOURCES ET DE LA MISE EN OEUVRE DE STRATÉGIES D'APPLICATION DE SES RÉSULTATS TOUJOURS PLUS EFFICACES. C'EST CE À QUOI NOTRE MINISTÈRE S'EMPLOIERA DANS LES ANNÉES QUI VIENNENT, NON PAS SEUL, MAIS AVEC LA COLLABORATION DE NOTRE RÉSEAU DE SANTÉ COMMUNAUTAIRE ET DU MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT. CETTE COLLABORATION ME SEMBLE DÉJÀ ACQUISE, SI JE CONSIDÈRE LES RÉSULTATS ENCOURAGEANTS DU PRÉSENT COLLOQUE. LA SANTÉ ENVIRONNEMENTALE SERA BEL ET BIEN LE "DOSSIER DE L'AN 2000"!

UN DÉFI DE TAILLE S'AJOUTE À CELA ET SON ATTEINTE EST CONDITIONNELLE À NOTRE HABILETÉ À CONVAINCRE LA POPULATION QUE LA SANTÉ ENVIRONNEMENTALE EST IMPORTANTE.

NOUS DEVRONS TOUT METTRE EN OEUVRE POUR QUE LA POPULATION FASSE CORPS AVEC NOUS ET QU'ELLE ACCEPTE ELLE AUSSI DE POSER DES GESTES DE PRÉVENTION.

JE VOUS REMERCIE DE VOTRE ATTENTION ET VOUS SOUHAITE BONNE SANTÉ ENVIRONNEMENTALE!

INTERVENTION PORTANT SUR L'UTILISATION SÉCURITAIRE DES PESTICIDES EN AGRICULTURE

Novembre 1988

Benoit Gingras, médecin
C.L.S.C. Lotbinière-Ouest

INTERVENTION PORTANT SUR L'UTILISATION SÉCURITAIRE DES PESTICIDES EN AGRICULTURE

Depuis près de 10 ans, le CLSC Lotbinière-Ouest intervient dans le domaine de la santé-sécurité dans le secteur de l'agriculture. Dans le cadre de ce programme, nous réalisons des interventions en regard des risques qu'entraînent l'utilisation des pesticides dans ce milieu.

Depuis environ vingt ans, la productivité agricole québécoise a plus que doublé et ce malgré une baisse significative des surfaces cultivées. Pour en arriver à un tel développement, on a mis à contribution des quantités impressionnantes d'une multitude de pesticides; depuis 1972, les ventes de pesticides au Québec ont décuplé!

Nous avons généralement observé que les pratiques que les agriculteurs et agricultrices ont développées lors de la manipulation des pesticides ne sont pas sécuritaires. Cette situation entraîne par conséquent des risques pour la santé des applicateurs mais aussi de leurs proches de même que pour l'environnement tant lors de l'utilisation au champ, dans les bâtiments qu'à l'occasion d'usages domestiques. Les lacunes que nous avons notées sont à peu près les mêmes dans les diverses régions du Québec, et dans tous les secteurs de production observés. Ces constatations sont confirmées par l'étude récente de M. Lafortune (1) portant sur les mesures sécuritaires adoptées par les agriculteurs lors de la manipulation de pesticides.

(1) Mesure du risque d'exposition aux pesticides pour les producteurs agricoles du Québec; M. Lafortune, J.C. Panisset; Travail et Santé, Vol. 4, No. 2, Eté 88.

Si le nombre d'intoxications répertoriées au Québec annuellement est déjà important (environ 1000 cas annuellement dont plus de 60% survenant chez des enfants de 0 à 5 ans), il est plausible que la fréquence réelle d'intoxication sévère ou non soit de dix, voire vingt fois plus.

Notre expérience d'intervention dans ce domaine nous a d'abord démontré que les utilisateurs et utilisatrices de pesticides sont généralement disposés à protéger davantage leur santé et celle de leurs proches contre les effets toxiques des pesticides. Nous croyons que des rencontres de type atelier regroupant de 15 à 25 personnes permettent aux producteurs et productrices agricoles de mieux s'informer et surtout de se motiver à acquérir des méthodes de travail plus sécuritaires lorsqu'ils manipulent des pesticides.

ATELIER: L'UTILISATION SÉCURITAIRE

DES PESTICIDES À LA FERME

SYNTHÈSE DU CONTENU DES RENCONTRES
DESTINÉES AUX PRODUCTEURS ET PRODUCTRICES AGRICOLES

POUR UNE UTILISATION PLUS SÉCURITAIRE DES PESTICIDES SUR LA FERME

OBJECTIFS ET CONTENU

Objectif 1:

Donner aux participants des notions concernant la toxicité des pesticides utilisés sur la ferme (aux champs, dans les bâtiments, dans le potager, à la maison) et des informations sur les risques liés à leur utilisation pour eux, leurs proches et leur environnement.

Contenu:

Classification sommaire des pesticides
Composition de l'étiquette (avant et arrière)
Toxicité des pesticides: nature et degré du risque
Voies d'absorption
Circonstances d'intoxication
Symptomes d'intoxication: aigues et chroniques
Effets sur la santé

Objectif 2:

Identifier les mesures à prendre visant à réduire les risques (utilisation rationnelle et sécuritaire des pesticides): avant, pendant, après l'application.

Contenu:

Avant l'application
- pertinence d'application
- choix du pesticide
- transport
- remisage
- préparation du pulvérisateur
- protection personnelle
- préparation des bouillies

Pendant l'application
- règlage du pulvérisateur
- protection personnelle
- conditions climatiques

Après l'application
- affichage
- décontamination
  - de l'appareillage
  - des équipements de protection
  - personnnelle

En tout temps

Objectif 3:

Fournir aux participants des notions de premiers secours en cas d'intoxication par les pesticides

Contenu:

Conduite à tenir dans diverses circonstances d'intoxication:

- en tout temps
- en cas d'ingestion
- en cas d'inhalation
- en cas de contact cutané
- en cas de contact oculaire

Benoit Gingras, médecin
CLSC Lotbinière-Ouest

POUR UNE UTILISATION PLUS SECURITAIRE DES PESTICIDES

Les pesticides de façon générale regroupent les substances chimiques et biologiques utilisées pour tuer ou contrôler les organismes dont les activités vont à l'encontre de ce que l'humain considère être son meilleur intérêt.(1)

En agriculture en particulier, ces produits sont utilisés pour lutter contre les ennemis des cultures (insectes, bactéries, virus, moisissures, plantes compétitrices) et les parasites de la ferme (insectes des bâtiments, du bétail et rongeurs principalement). Le jardinage et l'aménagement paysager constituent aussi des activités pour lesquelles les pesticides sont fortement mis à contribution.

Parallèlement au développement accéléré de la production agricole québecoise, l'utilisation des pesticides par les producteurs et productrices a augmenté de façon extraordinaire depuis 15 ans et ce proportionnellement dans tous les secteurs de production. Alors qu'en 1972, les ventes de pesticides au Québec s'élevaient à environ 5 millions de dollars, elles étaient estimées à 30 millions de dollars an 1982.(2) Ceci signifie pour le secteur agricole l'application de 2,308,000 kilogrammes de matières actives, ce qui représente 85% de tous les pesticides vendus au Québec.(3)

Ces changements, on le voit, sont encore très récents. Ceci explique sans doute en partie le fait qu'on n'a pas développé parallèlement les habitudes nécessaires à la manipulation sécuritaire des pesticides. Quelques enquêtes effectuées au Québec démontrent en effet que la majorité des utilisateurs et

utilisatrices, tant agricoles que domestiques, ne prennent pas les précautions appropriées lors de la manipulation de ces substances chimiques toxiques.[4,5,6] Par ailleurs, les fabriquants et distributeurs dans ce domaine ont durant plusieurs années vanté l'efficacité un peu magique de leurs produits au détriment des avis concernant les risques pour la santé et l'environnement que représente leur utilisation.

Il y a quelques années les préoccupations face aux conséquences environnementales (contamination des cours d'eau, des nappes souterraines...) et agronomiques (apparition de souches résistantes, destruction de la flore utile du sol...) secondaires à un usage excessif ont fait naître l'approche d'une utilisation plus rationnelle des pesticides.[7] Cependant, les effets de ces produits sur la santé des utilisateurs et utilisatrices québecois et de leurs proches ont fait jusqu'à maintenant l'objet de peu d'attention. Pourtant, l'exposition aux pesticides, qu'elle soit professionnelle ou qu'elle survienne lors des utilisations domestiques, provoque des problèmes de santé bien connus pour certaines de ces substances et soupçonnés pour un grand nombre d'autres.

Des études réalisées aux Etats-Unis et dans quelques provinces du Canada montrent que les problèmes de santé reliés à l'utilisation des pesticides agricoles sont nombreux.[1]

En 1985 le Centre de Toxicologie du Québec rapportait 1041 cas d'intoxications par les pesticides, soit 75% de plus qu'en 1979. Ces rapports officiels concernent majoritairement (70%) des intoxications survenant chez des enfants de 0 à 5 ans.[8]

Les données concernant la fréquence des intoxications par pesticides chez les agriculteurs du Québec sont à peu près inexistantes.[9] Tout au plus certaines enquêtes effectuées dans différentes régions indiquent que de 35 à 40% des répondants ont rapporté des malaises attribuables à la pulvérisation de pesticides.[4, 10, 11]

Les effets sur la santé provoqués par les pesticides sont très diversifiés puisqu'ils peuvent agir au niveau de divers organes et systèmes de l'organisme: le foie, les reins, le système nerveux, le système digestif, le système respiratoire, etc. Par ailleurs, plusieurs facteurs déterminent l'action d'un pesticide sur la santé. Ce sont principalement son degré de toxicité (capacité du produit d'être plus ou moins poison), la nature des substances ajoutées au produit actif (émulsifiants, agents dispersants, agents propulseurs etc), la quantité absorbée et le poids du sujet (à peine 1/3 de la quantité absorbée qui serait mortelle pour un adulte de poids moyen pourrait causer la mort d'un enfant pesant 22Kg). [12]

Un empoisonnement aux pesticides peut survenir de façon aiguë: c'est l'intoxication causée par l'absorbtion d'une assez grande quantité de produit sur une période relativement courte. Mais l'empoisonnement peut aussi se produire de façon chronique par l'absorbtion de petites doses cumulatives de pesticides durant quelques jours, quelques mois et même quelques années.[12]

Comment reconnaître les signes d'une intoxication aux pesticides ? Les symptômes de l'intoxication aiguë ou chronique sont souvent des malaises généraux, parfois plutôt vagues que l'on attribue le plus souvent à d'autres causes; maux de tête, fatigue, irritabilité, manque d'appétit, nausées, vomissements etc.[12] L'utilisation répétée de ces produits sans mesures sécuritaires pourra conduire dans certains cas à l'atteinte d'organes comme les poumons, les reins,

le foie.[13] D'autres pesticides sont aussi connus pour leur capacité de provoquer des cancers,[14] des malformations congénitales ou même des mutations de certains gènes chez les humains (transmissibles aux générations futures).[12]

Enfin, dans certains cas, on ne connaît même pas la nature et la toxicité des substances qui sont associées aux pesticides lors de leur fabrication (impureté) ou lors de leur commercialisation (solvant par exemple). Parfois ces substances peuvent représenter un risque encore plus élevé que le pesticide lui-même.[12]

De quoi faire peur... ou faire qualifier ces propos d'alarmistes. Or, on peut affirmer que tous les pesticides (chimiques du moins) présentent pour les utilisateurs, les utilisatrices, notre entourage et notre environnement un potentiel dangereux... mais relativement contrôlable. Ce «contrôle» implique trois principes qu'on devrait retenir:

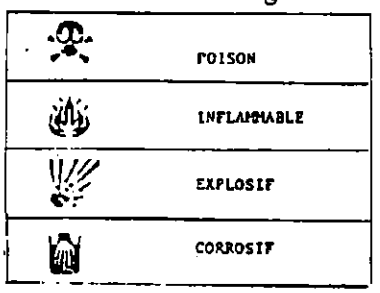
1. Puisque les pesticides peuvent être absorbés dans l'organisme de trois façons,[13]
   - par la peau (la voie la plus fréquente)
   - par la voie digestive (en portant les mains à la bouche pour manger, fumer, en soufflant dans une buse etc. C'est la voie la plus fréquente d'intoxication accidentelle chez les enfants)
   - par la voie respiratoire (absorbtion des émanations lors de la préparation et de l'application des produits),

   ces trois voies doivent être protégées.

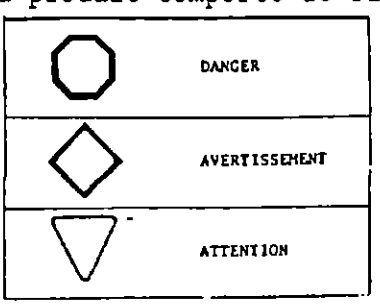
2. L'application des mesures sécuritaires se fait de façon systématique en 3 étapes: avant, pendant et après l'application du pesticide.

3. Les mesures sécuritaires «avant, pendant et après» devraient être appliquées pour tous les genres d'utilisation: au champ, en serre, à l'étable, au verger, au potager, sur le gazon, à la maison...

1. Une décision à prendre: l'application d'un pesticide est-elle la seule méthode de lutte antiparasitaire applicable ? Consulter les documents pertinents et les ressources compétentes.
2. Choix du produit:
   - le moins toxique possible pour la même efficacité
3. Transport:
   - dans la boîte du camion ou dans une remorque (jamais dans une automobile pas même dans la valise)
   - éviter tout contact avec des aliments (épicerie familiale ou moulée des animaux)
4. Entreposage:
   - dans un local ou dans une armoire fermé à clef,(la majorité des intoxications graves surviennent chez des enfants de 0 à 5 ans)
   - identifié par une affiche: DANGER PESTICIDES
   - pas à proximité des aliments
   - pas dans le sous-sol de la maison
5. Préparation:
   - bien lire l'étiquette avant et arrière
   - identifier la figure et symbole indiquant la nature du risque:



   - et le degré du risque: plus la figure comporte de côtés, plus l'utilisation du produit comporte de risques



- porter l'équipement de protection en fonction du degré du risque. (Eviter le cuir) Voir le tableau «Vêtements et équipements de protection» en annexe
- faire les mélanges de préférence à l'extérieur ou dans un local bien aéré (lors de la préparation les produits sont sous leur forme concentrée).
- bien mesurer, bien calculer: éviter les surplus

6. Rincage des contenants:
   - rincer une fois les emballages de carton et de papier en vidant l'eau de rincage dans le pulvérisateur
   - utiliser la technique du triple rincage pour les autres contenants:
     remplir au 1/5 de la capacité, bien agiter,
     égouter durant 30 secondes, répéter l'opération 3 fois.
   - les contenants ainsi rincés peuvent être éliminés avec les déchets domestiques
7. Ranger les surplus de pesticides dans leur contenant d'origine dans l'armoire à pesticides.

PENDANT L'APPLICATION

1. Bien régler le pulvérisateur
2. Eloigner toute personne du lieu d'arrosage
3. Faites la pulvérisation par temps calme et frais
4. Eviter de contaminer
   - fleurs, potager (penser à ceux des voisins!)
   - piscine
   - alimentation des animaux
   - fossés, cours d'eau et puits
5. Porter les équipements de protection appropriés

APRES L'APPLICATION

1. Eviter de circuler dans les lieux d'épandage
   - bien afficher qu'il y a eu épandage
   - éviter en particulier que les enfants y circulent
2. Eviter de consommer des produits contaminés (respecter l'intervale de sécurité: voir sur l'étiquette)
3. Nettoyer l'appareillage
4. Nettoyer l'équipement de protection
5. Prendre une douche
6. Changer de vêtements
7. Laver les vêtements contaminés séparément de la lessive familiale

EN TOUT TEMPS

1. Se laver les mains à l'eau et au savon avant de manger, fumer, aller à la toilette
2. Femmes enceintes ou qui allaitent: il est préférable de s'abstenir de toute manipulation de pesticides.

EN CAS D'INTOXICATION (même mineure)

1. Contacter en tout temps le centre antipoison 1-800-463-5060 (première page de l'annuaire téléphonique), ou le CLSC ou l'urgence de l'hôpital
2. Avoir l'étiquette en main pour bien indiquer avec quel produit il y a eu empoisonnement
3. Conserver dans votre trousse familiale de premiers soins 2 bouteilles de sirop d'IPECA (disponible en pharmacie sans prescription). Ce vomitif ne sera utilisé que SI on vous l'a indiqué.

La liste de ces mesures vous paraît excessive ?

1. Revisez-la: vous appliquez déjà probablement plusieurs d'entre elles

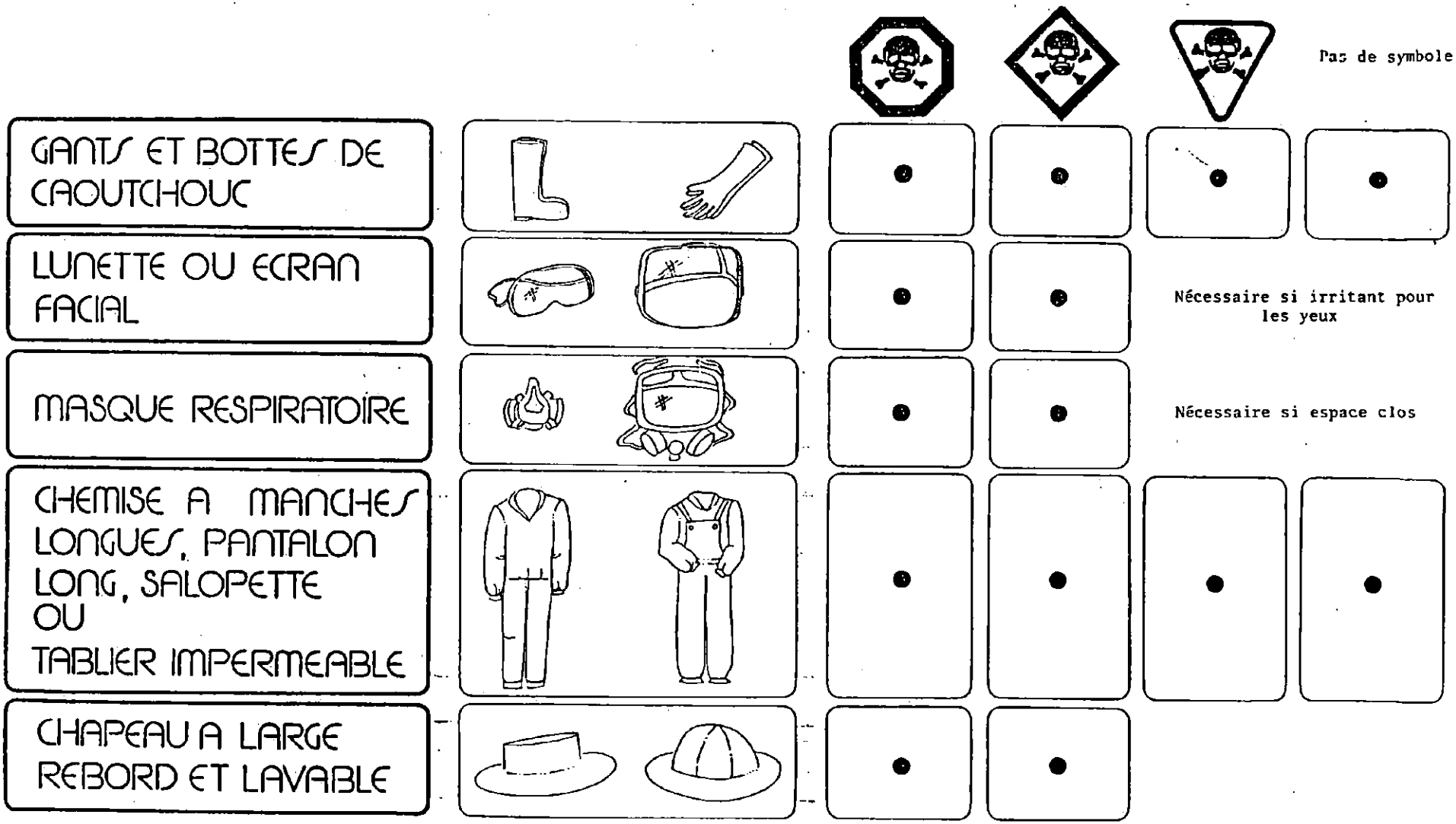
2. Essayez-le: en temps, en effort et en coût, la différence entre ce qu'il faut faire et ce qu'il ne faut pas faire est souvent minime.

Benoit Gingras, médecin
Equipe Santé-sécurité agricole
CLSC Lotbinière-Ouest

Avril 1987

/279

Vêtements et équipements de protection



BIBLIOGRAPHIE

Ministère de l'environnement du Québec, Pour une utilisation rationnelle des pesticides au Québec, Motifs et nature des interventions proposées par le Ministère de l'Environnement du Québec, novembre 1986.

ELLIOH, J. H., Association de l'industrie canadienne des produits chimiques agricoles, Willowdale, Ontario.

REISS, R., PERRON, F., PARÉ, J., ST-JEAN, R.; Les pesticides en agriculture au Québec en 1982. Environnement Canada, Service de la protection de l'environnement, Région du Québec et ministère de l'Environnement du Québec, Service de l'assainissement agricole, 134 p.

COGEM INC., Etude des conditions d'utilisation des pesticides au Québec, Montréal 1981 (Enquête commanditée par le ministère de l'Environnement du Québec).

AUDET, L., BELANGER, S.,BERNATCHEZ, B., LEVASSEUR, F. et PERREAULT, C. Les pesticides chez nous. Rapport d'enquête remis à l'Association des consommateurs du Québec inc., section Québec - Ste-Foy, 1982.

Département de Santé Communautaire Hotel Dieu de Roberval. Etude sur l'exposition des travailleurs agricoles aux produits chimiques, Service de santé au travail, 1986.

Conseil Consultatif de l'Environnement. Proposition d'un contrôle des pesticides au Québec, Editeur officiel du Québec 1980.

Centre de toxicologie du Québec. Réseau provincial de lutte contre les empoisonnements. Statistiques générales pour l'année 1985.

GODON, D. et LAJOIE, P. Approche géographique à la problématique des pesticides et de la santé, protocole de recherche, document interne, Département de santé communautaire du Centre hospitalier de l'Université Laval, Québec.

CHAMPAGNE, J.-G. et BELLEMARE, N., Les pesticides: enquête menée auprès des agriculteurs de la région de Lanaudière, Joliette, 1983.

Département de Santé Communautaire de Hotel-Dieu de Montmagny, 1983. Santé et sécurité au travail en agriculture, Service de santé au travail, Montmagny.

LAUWERYS, R.R., Toxicologie industrielle et intoxication professionnelle, 2° édition, Masson, Paris, 1982.

HAYES, W.J.J.R. Toxicology of Pesticides, The Williams and Williams Company, Baltimore, 1975.

BIBLIOGRAPHIE (SUITE)

PIMBERT. «Les pesticides», pp. 362 - 369 dans Cassou et al. édition 1985 (cité dans MENVIQ, Pour une utilisation rationnelle des pesticides au Québec).

STERLING, T.D., and ARUNDEL, A.V., Health Effects of Phenoxy Herbicides, Scandinavian journal of Work Environnement and Health, Vol. 12, pp. 161-173.

CORRIVEAU, L. et LAJOIE, P. 1986, Les Pesticides utilisés en agriculture au Québec: revue de la littérature toxicologique et épidémiologique, Département de santé communautaire du centre hospitalier de l'Université Laval, Québec, 1986.

INTOXICATIONS PAR LES PESTICIDES

AU QUÉBEC, 1985

TOTAL	1041	
0 à 4 ans	640	(61%)
5 à 14 ans	93	
Plus de 14 ans	308	

Total des intoxications de toutes origines au Québec: 30,323

Total des intoxications par les pesticides au Canada 3,724

Source: Santé et bien être social, Canada

FRÉQUENCE D'UTILISATION

INSECTICIDES	14%
HERBICIDES	62%
FONGICIDES	24%
RODENTICIDES	1%

INTOXICATIONS
STATISTIQUES

(Centre de Toxicologie du Québec: 1979 à 1984 (Sans))

Québec: 422 ------→ 922 ↗ 55%

Canada: 1834 ------→ 3404 ↗ 46%

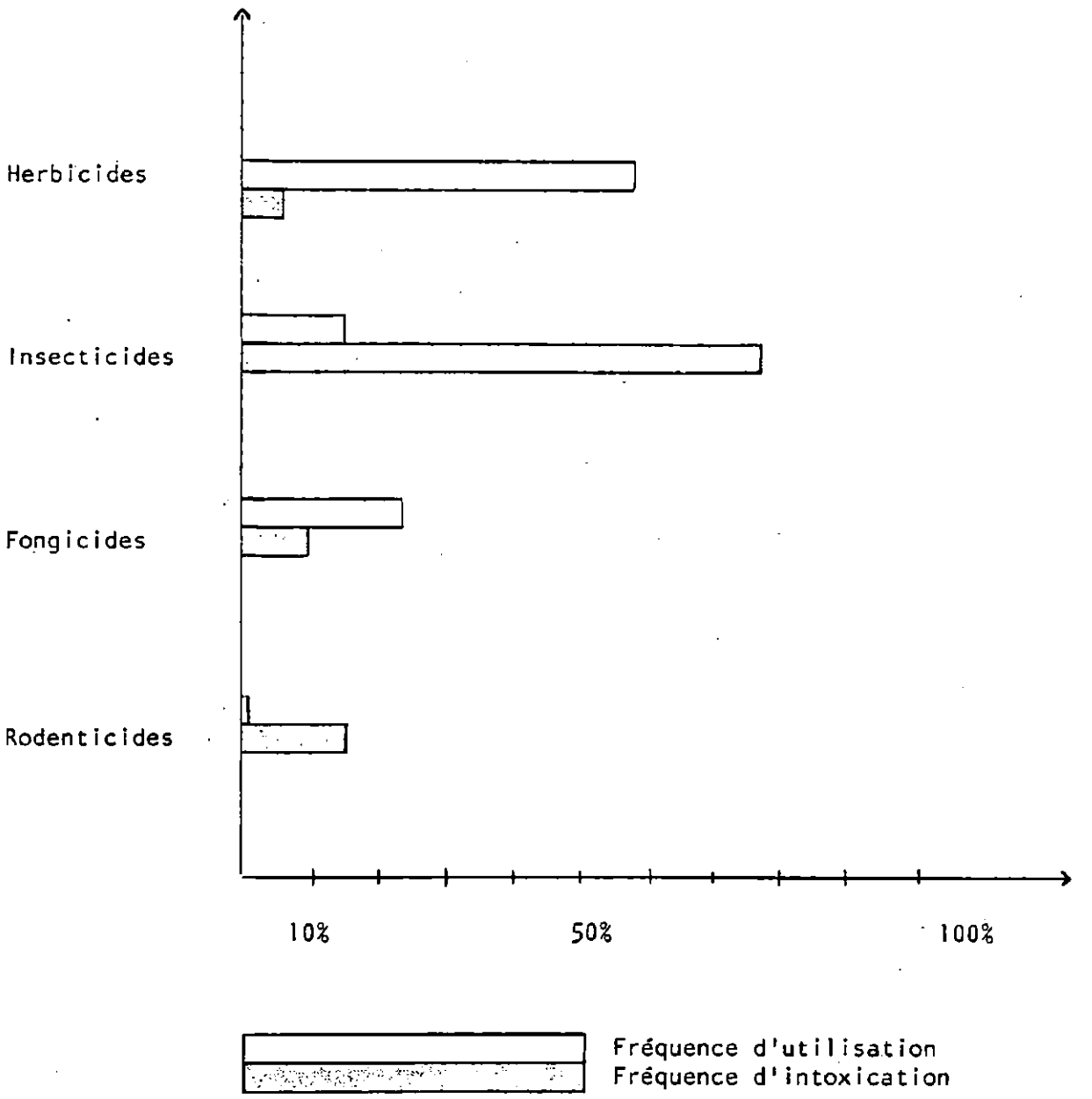
(id ↗ produits sur le marché)

Réalité: 10 à 20 X plus ?

Insecticides:	60 à 70%
Herbicides:	3 à 5%
Fongicides	2%
Rodenticides	16%

FREQUENCE D'UTILISATION VS FREQUENCE D'INTOXICATION DES PESTICIDES

AU QUEBEC (1985)



POUR UNE UTILISATION PLUS SÉCURITAIRE DES PESTICIDES SUR LA FERME

CAHIER DU PARTICIPANT AUX ATELIERS

Benoit Gingras, médecin
C.L.S.C. Lotbinière-Ouest

UTILISATION SÉCURITAIRE

DES PESTICIDES

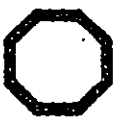
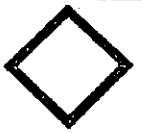
1- Les herbicides représentent le type de pesticide causant le plus grand nombre d'intoxications au Québec.

VRAI ☐ FAUX ☐

2- La peau est la voie de pénètration la plus fréquente des pesticides utilisés en agriculture.

VRAI ☐ FAUX ☐

3- Que signifient les symboles suivants?

DEGRÉ DU RISQUE	
SYMBOLE	MOT INDICATEUR
	
	

NATURE DU RISQUE	
SYMBOLE	MOT INDICATEUR

4- DL_{50} est le nom d'un herbicide couramment utilisé en agriculture.

VRAI ☐ FAUX ☐

5- L'absence de symbole de toxicité sur l'étiquette d'un pesticide signifie que ce pesticide ne présente pas de risque d'intoxication.

VRAI ☐ FAUX ☐

6- Lors de l'application d'un pesticide il est important de placer les pantalons des salopettes à l'intérieur des bottes de caoutchouc.

VRAI ☐ FAUX ☐

7- La durée moyenne d'efficacité des cartouches des masques respiratoires utilisés lors de l'appplication des pesticides est de:

4 heures ☐ 8 heures ☐ 16 heures ☐

8- Afin de réaliser un rincage adéquat, on doit laisser égouter les contenants métalliques de pesticide durant:

30 sec. ☐ 60 sec. ☐ 2 min. ☐

9- Convenablement rincés, les contenants de pesticides peuvent être éliminés avec les autres déchets "domestiques".(cueillette ordinaire des ordures)

VRAI ☐ FAUX ☐

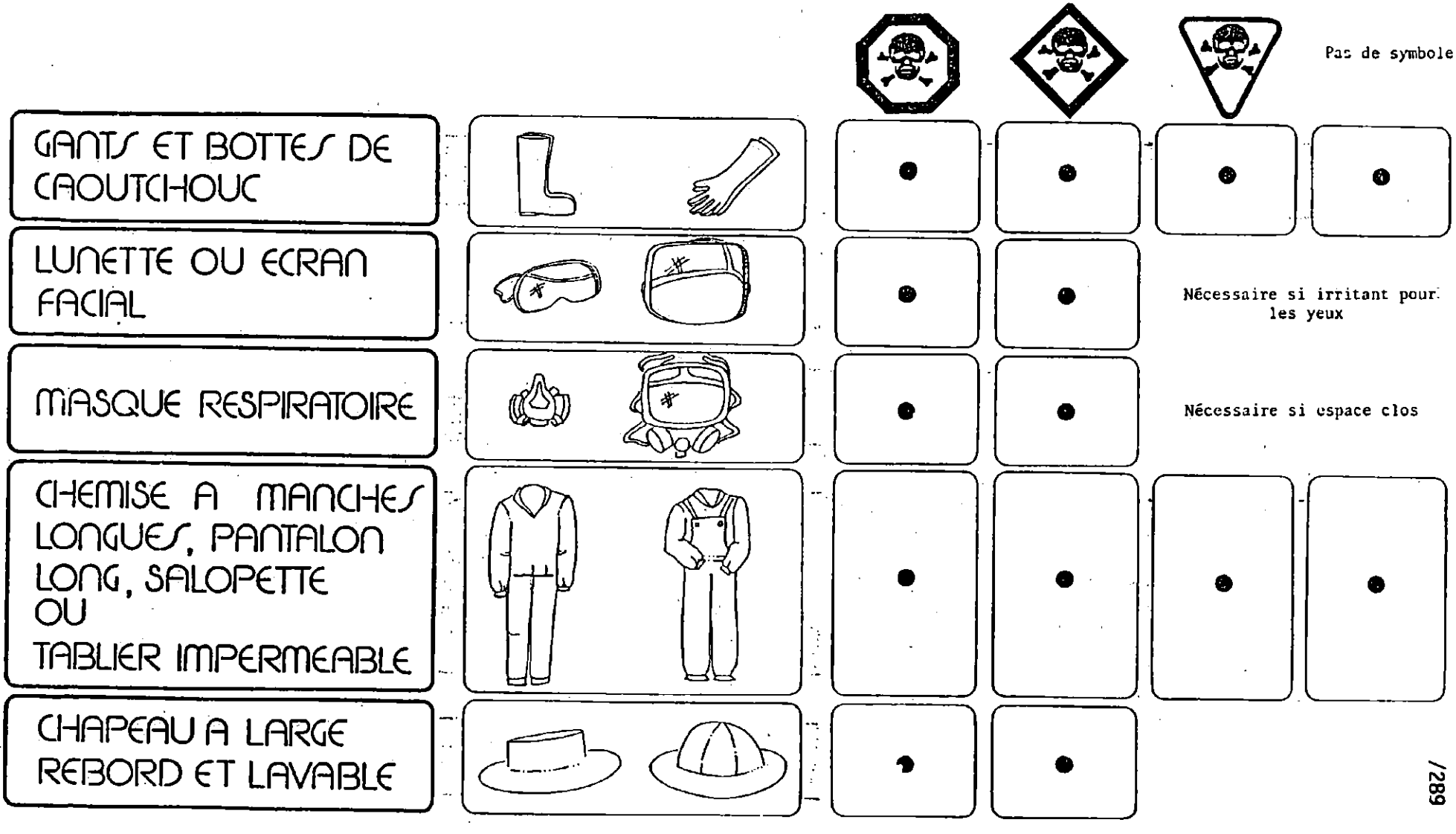
10- Le sirop d'Ipéca est un sirop contre la toux utilisable lors d'inhalation accidentelle de pesticide.

VRAI ☐ FAUX ☐

LOCALISATION	IDENTIFICATION		TOXICITE			PRÉCAUTIONS PARTICULIÈRES
	NOM DU PESTICIDE	TYPES de pesticide	ÉLEVÉE	MOYENNE	FAIBLE	
Etable (porcherie): et Laiterie						
Au champ:						
En serre:						
À la maison:						
Dans le potager:						
Autre:						

Types de pesticide: I: Insecticide H: Herbicide F: Fongicide R: Rodenticide

Vêtements et équipements de protection



/289

/290

CONDUITE GÉNÉRALE À TENIR FACE AUX PESTICIDES EN CAS D'INTOXICATION PAR:

INGESTION	● Ne pas faire vomir si: • la personne intoxiquée est somnolente, inconsciente ou en convulsions; • ou a absorbé: – un pesticide mélangé avec des hydrocarbures (huiles, solvants, etc.); – un pesticide corrosif (squelette de la main sur l'étiquette du produit ☠); – un produit moussant (détergent, savon, etc.). ● S'il n'y a pas de contre-indications aux vomissements provoqués et après appel à l'un des trois centres antipoisons**, faire vomir à l'aide du sirop d'Ipécac* (à partir de l'âge de 1 an, donner une dose de 30 ml) dilué dans un verre d'eau; répéter la dose une seule fois seulement après 15 ou 20 minutes s'il n'y a pas eu de vomissement. ● S'il y a une contre-indication ou si le sirop d'Ipécac n'est pas disponible et sur les conseils d'un médecin, transférer le malade à la salle d'urgence.
INHALATION	1) Sortir la personne de l'atmosphère contaminée avec les précautions d'usage (masque, si nécessaire). 2) Si le malade présente des troubles respiratoires (coloration bleutée des lèvres) pratiquer la respiration artificielle (bouche à bouche) en attendant l'arrivée d'un médecin ou le transfert à la salle d'urgence.
CONTACT CUTANE	Presque tous ces produits sont facilement absorbés par la peau: 1) Enlever les vêtements contaminés avec les précautions d'usage (gants notamment). 2) Laver abondamment la peau à l'eau et au savon détergent. 3) Si la personne présente des signes d'intoxication générale, se présenter à la salle d'urgence.
CONTACT OCULAIRE	1) Laver abondamment les yeux avec de l'eau. 2) Si l'irritation oculaire persiste ou si le lavage est difficile à réaliser, se présenter à la salle d'urgence pour un lavage oculaire efficace.

* Dans tous les cas de transport vers une salle d'urgence ou un centre antipoison, il est essentiel d'apporter le contenant de pesticides ou, au moins, l'étiquette aux fins d'identification.

* N.B.: Les personnes qui manipulent ces substances devraient conserver à leur domicile au moins deux bouteilles de 30 ml de sirop d'Ipécac. On peut se procurer ce produit à la pharmacie sans prescription. Avant de l'administrer, il est préférable de communiquer par téléphone:

Le Centre Antipoison du Québec, Tél.: 1-800-463-5060

ou au C.L.S.C.

ou au Service d'urgence de l'hôpital

ou Centre de Toxicologie du Québec

Quelques règles à suivre concernant les

Cartouches à pesticides

- Les cartouches à utiliser lors de la manipulation des pesticides doivent obligatoirement porter la mention N I O S H et porter un des numéros de la liste ci-jointe selon le type de masque.
- Elles doivent bien s'adapter au masque.
- Elles doivent être conservées dans un sac hermétiquement fermé entre les périodes d'utilisation.
- Elles ne doivent pas être entreposées dans un local où se trouvent des pesticides.
- La durée moyenne d'utilisation est d'environ huit (8) heures. Cependant elles doivent être changées avant le délais de huit (8) heures:
    - ° si on perçoit la senteur du produit
    - ° si la respiration est plus difficile

Filtres à poussière

- Ils peuvent être utilisés avec différents types de cartouches en les retenant avec un anneau de maintien approprié.
- Ils doivent être changés lorsque la respiration devient plus difficile.

- On peut se procurer des articles de rechange chez des détaillants autorisés à vendre de l'équipement de sécurité.
- Il est préférable d'apporter son masque pour s'assurer que les articles de rechange pourront s'y adapter.
- Vous aurez sans doute un peu de difficulté à vous adapter au port de cet équipement de protection. En général les gens qui persistent un peu "s'habitue" à ce désagrément et considèrent que l'avantage qu'il apporte pour la santé en vaut la peine.

Benoit Gingras

GUIDE POUR LE CHOIX D'APPAREILS DE PROTECTION RESPIRATOIRE POUR L'UTILISATION DE PESTICIDES

1. Toujours utiliser une cartouche de même marque que le masque.
2. Un pré-filtre est toujours nécessaire (modèle interne ou externe).
3. Il vous faut une cartouche qui porte un des numéros de la liste suivante (mise à jour octobre 1987), accompagnant les lettres N.I.O.S.H.

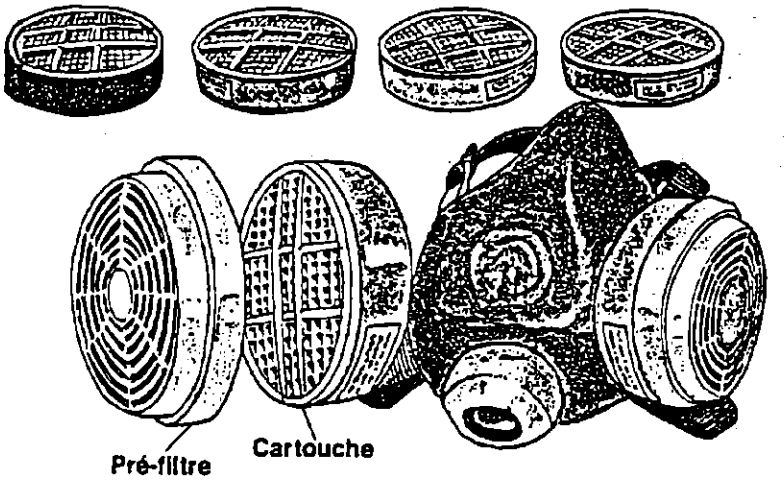
NO. D'APPROBATION	FABRICANT
TC-23C- 54	Willson
'' 74	North
'' 78	3M
'' 79	MSA
'' 106	AO
'' 110	Pulmosan
'' 110	Fibre Metal
'' 110	Shoplyne
'' 117	Scott
'' 123	3M
'' 133	Willson
'' 148	MSA
'' 161	MSA
'' 178	North
'' 190	North
'' 197	Glendale
'' 198	US Safety
'' 199	Cesco
'' 202	Protech
'' 202	Eastern
'' 202	Sellstrom
'' 439	3M
'' 456	Survivair
'' 464	MSA
'' 465	MSA
'' 482	Racal
'' 483	Racal
'' 484	Racal
'' 485	Racal
'' 493	Pulmosan
'' 523	Scott
'' 524	Scott
'' 530	Survivair

NO. D'APPROBATION	FABRICANT
TC-23C- 224	Scott
'' 238	AO
'' 273	Cesco
'' 274	US Safety
'' 281	AO
'' 282	AO
'' 323	Survivair
'' 336	US Safety
'' 337	Cesco
'' 338	US Safety
'' 348	Cesco
'' 354	North
'' 373	Stewart-Warner
'' 374	Willson
'' 375	Willson
'' 392	Northcott
'' 409	Glendale
'' 413	AO
'' 414	AO
'' 417	AO
'' 418	AO
'' 682	Kasco
'' 687	3M
'' 729	Willson
'' 730	Willson
'' 731	Willson
'' 732	Willson
'' 733	Willson
'' 734	Willson
'' 747	Willson
'' 751	Willson
'' 767	Kasco
'' 782	Scott

Guide pour le choix d'appareils de protection respiratoire pour l'utilisation des pesticides (Suite)

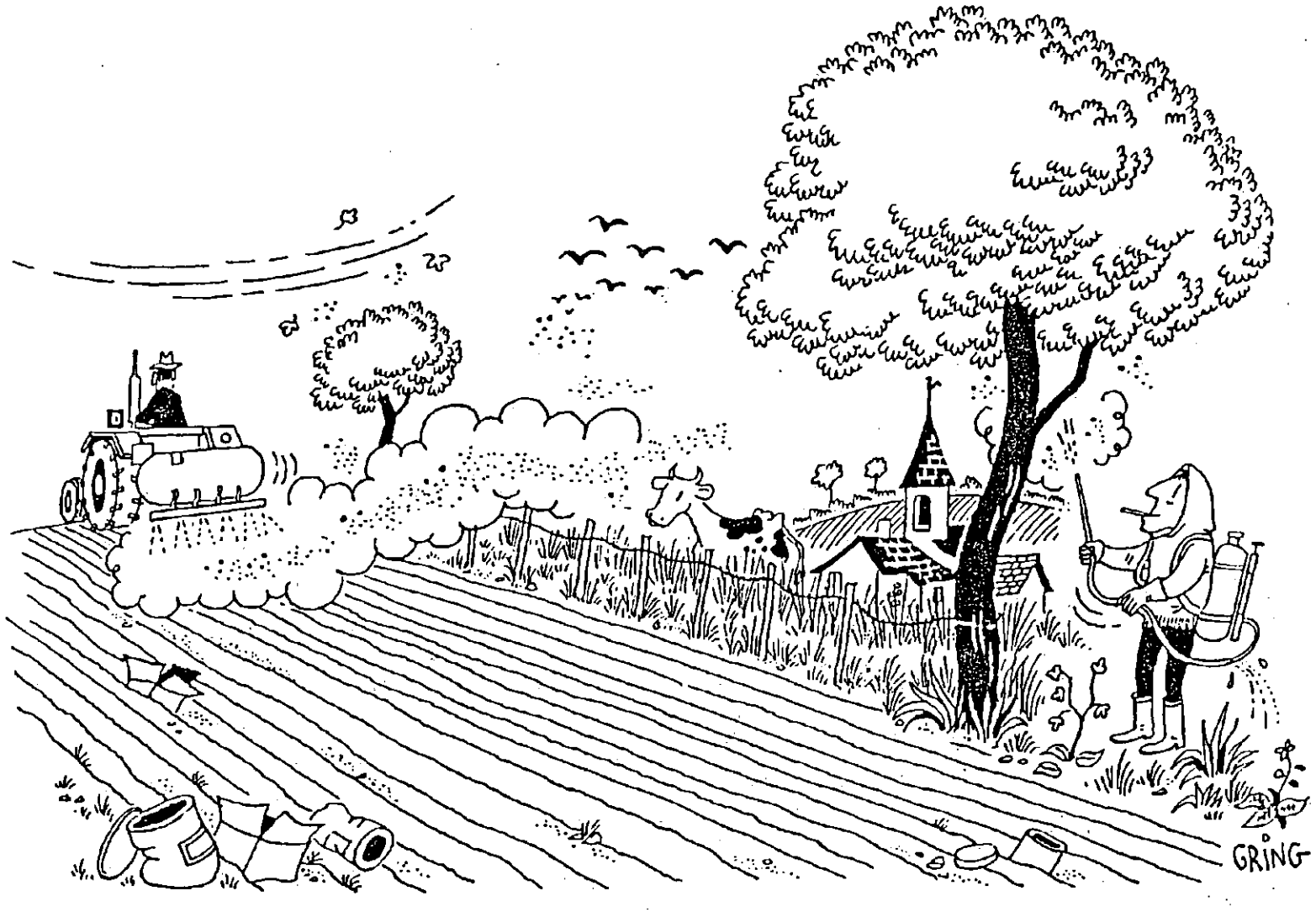
NO. D'APPROBATION	FABRICANT
'' 531	Survivair
'' 546	Safety Supply
'' 547	Safety Supply
'' 571	Willson
'' 572	Willson
'' 585	AO
'' 586	AO
'' 587	AO
'' 588	AO
'' 602	Racal
'' 611	Racal
'' 632	Racal
'' 669	Protech

NO. D'APPROBATION	FABRICANT
'' 783	Scott
'' 791	Willson
'' 792	Willson
'' 793	AO
'' 794	AO
'' 802	AO
'' 812	AO
'' 825	Glendale
'' 826	Willson
'' 838	MSA
'' 841	MSA
'' 847	MSA
'' 850	MSA



Une cartouche retient les gaz et les vapeurs.
Un pré-filtre ajouté peut retenir les particules.

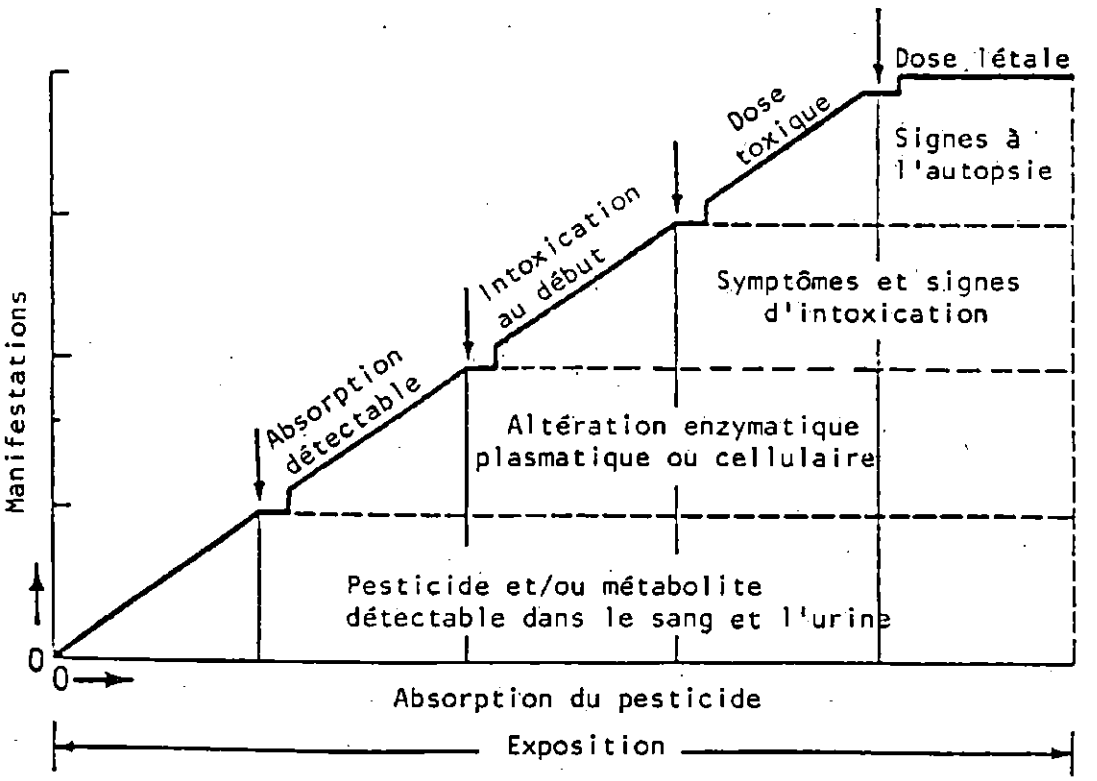
AVANT LE TRAITEMENT (9 ERREURS)



PENDANT LE TRAITEMENT (9 ERREURS)

LA TOXICITÉ DES PESTICIDES

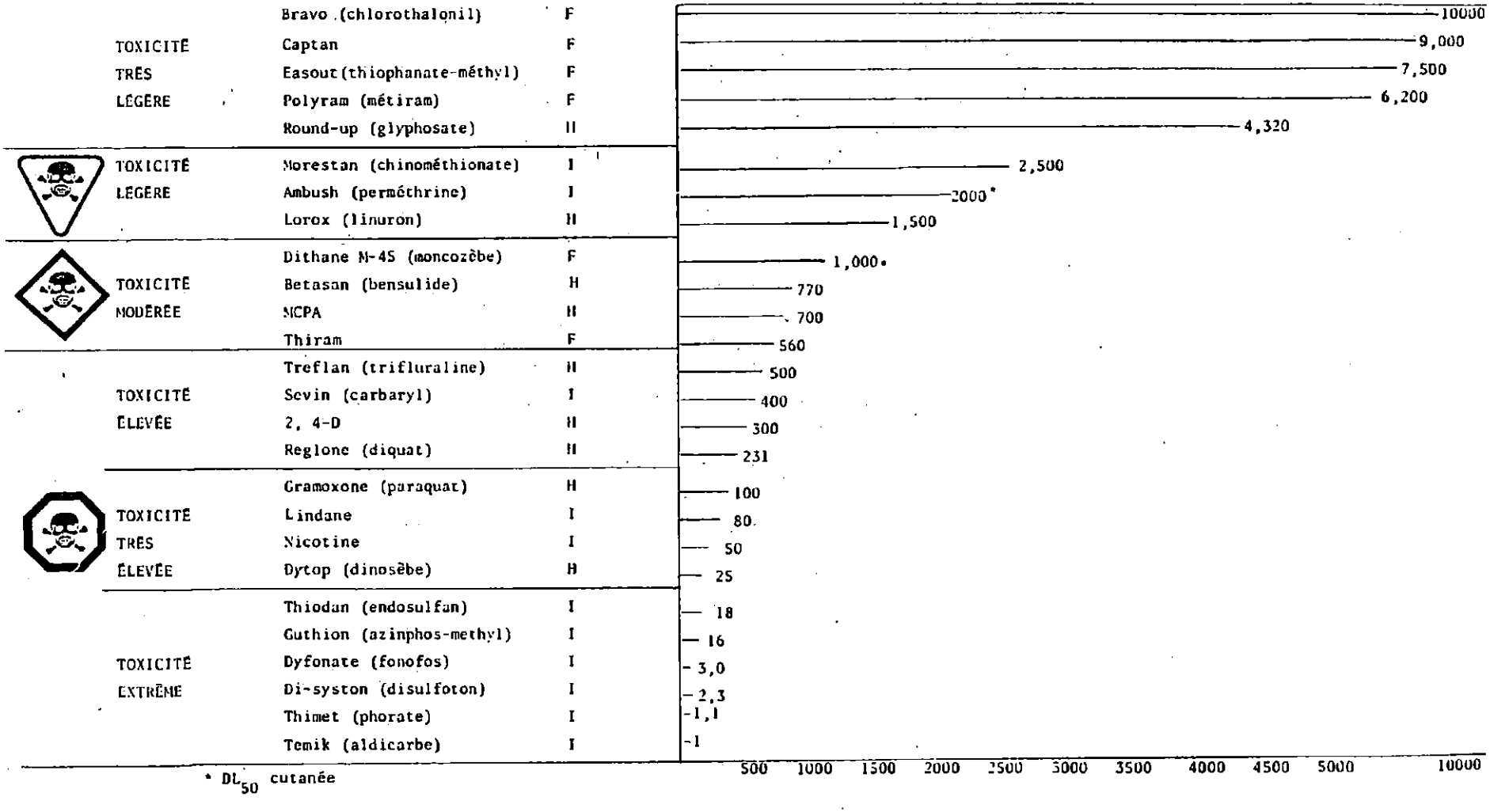
QUELQUES DONNÉES



Manifestations de l'absorption d'un pesticide

D'après Morgan 1980

DEGRÉS DE TOXICITÉ DE CERTAINS PESTICIDES SELON LA DL_{50} DIGESTIVE



* DL_{50} cutanée

SIGNES ET SYMPTÔMES COURANTS D'EMPOISONNEMENT PAR LES PESTICIDES

	CONTUSIONS, SAIGNEMENTS	CRAMPES ABDOMINALES	TROUBLES DE LA VUE	CONSTRICTION DE LA POITRINE	INHIBITION DE LA CHOLINESTÉRASE	CONVULSIONS	IRRITATION DE LA PEAU	DIARRHÉE	DIFFICULTÉS RESPIRATOIRES	ÉTOURDISSEMENTS	TRANSPIRATION EXCESSIVE	SALIVATION EXCESSIVE	MAUX DE TÊTE	HYPEREXCITABILITÉ	INCOORDINATION	LARMOIEMENT	MYOSIS	SPASMES MUSCULAIRES	NAUSÉES	NERVOSITÉ	PERTE DE CONSCIENCE	VOMISSEMENTS	FAIBLESSE	TOXICITÉ AIGUË
ACÉPHATE		X	X	X	X		X	X			X	X						X	X			X	X	modérée
ALDICARBE		X	X	X	X			X			X	X	X				X	X	X			X	X	élevée
ALACHLORE							X												X			X		faible
PHOSPHURE D'ALUMINIUM		X		X				X	X										X			X	X	élevée
AMINOCARBE		X	X	X				X	X	X			X				X		X	X		X	X	modérée
AMINOTRIAZOLE																						X		faible
ATRAZINE						X			X						X									faible
AZINPHOS-MÉTHYL		X	X	X	X			X	X	X			X				X		X	X		X	X	élevée
BARBANE							X																	faible
BENOMYL							X																	faible
BRODIFACOUM	X																							modérée
BROMOXYNIL													X						X					modérée
CAPTANE							X																	faible
CARBARYL		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X				X				X	X	X	modérée
CARBOFURAN		X	X	X	X			X	X	X	X	X	X				X				X	X	X	élevée
SELS DE CHLORAMBÈNE							X																	faible
CHLOROPHACINONE	X															X								modérée
CHLOROTHALONIL							X																	faible
CHLORPYRIPHOS					X								X					X	X	X		X		modérée
SULFATE DE CUIVRE		X				X		X							X			X			X			l'empoisonnement est rarement grave

Source: Santé et Bien-Etre Social, Canada

/300

SIGNES ET SYMPTÔMES COURANTS D'EMPOISONNEMENT PAR LES PESTICIDES (suite)

	CONTUSIONS, SAIGNEMENTS	CRAMPES ABDOMINALES	TROUBLES DE LA VUE	CONSTRICTION DE LA POITRINE	INHIBITION DE LA CHOLINESTERASE	CONVULSIONS	IRRITATION DE LA PEAU	DIARRHÉE	DIFFICULTES RESPIRATOIRES	ETOURDISSEMENTS	TRANSPIRATION EXCESSIVE	SALIVATION EXCESSIVE	MAUX DE TÊTE	HYPEREXCITABILITÉ	INCOORDINATION	LARMOIEMENT	MYOSIS	SPASMES MUSCULAIRES	NAUSÉES	NERVOSITÉ	PERTE DE CONSCIENCE	VOMISSEMENTS	FAIBLESSE	TOXICITÉ AIGUË
PARAQUAT				X							X			X	X			X				X	X	élevée
PARATHION		X	X	X	X							X				X	X	X					X	élevée
PHOSMET		X	X	X	X						X	X	X				X	X	X			X	X	élevée
PICLORAME																			X					faible
PINDONE	X																							modérée
PROPHAME										X														faible
PROPOXUR		X	X	X	X			X		X	X	X										X		modérée
ROTENONE									X									X	X			X		faible
SETHOXYDIM							X									X								faible
SIMAZINE							X									X						X		faible
STRYCHNINE		X				X								X					X	X		X		élevée
TBA		X																X					X	faible
TCA							X								X									faible
TEMEPHOS		X	X	X	X			X	X	X	X	X	X				X	X	X		X	X	X	faible
THIRAME							X									X								faible
TRIALLATE							X																	faible
TRICHLORFON		X	X	X	X			X			X	X	X				X	X	X			X	X	modérée
WARFARINE	X																							modérée
ZINEBE							X									X								faible
PHOSPHURE DE ZINC		X		X		X				X				X					X			X		élevée
2,4-D							X											X	X			X		faible
2,4,5-T							X																	faible

Source: Santé et Bien-Etre Social, Canada

SIGNES ET SYMPTÔMES COURANTS D'EMPOISONNEMENT PAR LES PESTICIDES (suite)

	CONTUSIONS, SAIGNEMENTS	CRAMPES ABDOMINALES	TROUBLES DE LA VUE	CONSTRICTION DE LA POITRINE	INHIBITION DE LA CHOLINESTERASE	CONVULSIONS	IRRITATION DE LA PEAU	DIARRHÉE	DIFFICULTÉS RESPIRATOIRES	ÉTOURDISSEMENTS	TRANSPIRATION EXCESSIVE	SALIVATION EXCESSIVE	MAUX DE TÊTE	HYPEREXCITABILITÉ	INCOORDINATION	LARMOIEMENT	MYOSIS	SPASMES MUSCULAIRES	NAUSÉES	NERVOSITÉ	PERTE DE CONSCIENCE	VOMISSEMENTS	FAIBLESSE	TOXICITÉ AIGUË
DALAPON							X									X								faible
DIAZINON		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	modérée
DICAMBA							X									X								faible
DICHLONE							X												X			X		modérée
DICHLORPROP							X									X								modérée
DICLOFOP-METHYL																								faible
DICOFOL						X				X	X		X					X	X	X		X		faible
DIFENZOQUAT		X					X	X								X			X				X	modérée
DIMETHOATE		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X				X	X	X		X	X	X	modérée
DINOSEBE						X					X			X						X	X		X	de modérée à élevée
DIPHACINONE	X																							élevée
DIQUAT		X									X			X	X			X			X		X	modérée
D-TRANS ALLETHRINE																			X					faible
DODINE							X									X								faible
ENDOSULFAN						X					X													modérée
ENDOTHAL							X									X								modérée
EPTAM																X								faible
DIBROMURE D'ETHYLENE							X		X				X		X	X						X		élevée
DICHLORURE D'ETHYLENE							X		X	X						X			X		X	X	X	élevée
OXYDE D'ETHYLÈNE							X		X				X		X	X						X		élevée

Source: Santé et Bien-Etre Social, Canada

SIGNES ET SYMPTÔMES COURANTS D'EMPOISONNEMENT PAR LES PESTICIDES (suite)

	CONTUSIONS, SAIGNEMENTS	CRAMPES ABDOMINALES	TROUBLES DE LA VUE	CONSTRICTION DE LA POITRINE	INHIBITION DE LA CHOLINESTÉRASE	CONVULSIONS	IRRITATION DE LA PEAU	DIARRHÉE	DIFFICULTÉS RESPIRATOIRES	ÉTOURDISSEMENTS	TRANSPIRATION EXCESSIVE	SALIVATION EXCESSIVE	MAUX DE TÊTE	HYPEREXCITABILITÉ	INCOORDINATION	LARMOIEMENT	MYOSIS	SPASMES MUSCULAIRES	NAUSÉES	NERVOSITÉ	PERTE DE CONSCIENCE	VOMISSEMENTS	FAIBLESSE	TOXICITÉ AIGUË
FENITROTHION		X	X	X	X																			modérée
FENOPROP							X									X								faible
FENSULFOTHION		X	X	X	X			X		X	X	X	X					X				X	X	élevée
FENTHION		X	X	X				X	X	X			X				X		X	X		X	X	modérée
FENURON							X									X								faible
FOLPET							X									X								faible
FUMARIN	X																							faible
GLYPHOSATE							X						X			X			X			X		faible
MALATHION		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X				X	X	X		X	X		modérée
MANCOZEBE							X																	faible
MANÈBE							X																	faible
MCPA (ESTERS, SELS)							X									X								faible
METALDÉHYDE		X				X													X		X	X		modérée
METAM-SODIUM							X																	faible
METHIOMYL		X	X	X	X			X	X	X				X			X			X	X			élevée
METOBROMURON							X																	faible
METHOXYCHLORE						X				X	X		X					X	X	X		X	X	faible
BROMURE DE METHYL						X	X		X	X			X			X		X				X		élevée
NABAME							X																	modérée

Source: Santé et Bien-Etre Social, Canada

DIFFERENTS TYPES DE PROBLÈMES DE SANTÉ ASSOCIÉS AUX PESTICIDES CHEZ L'HOMME

1- CANCERS

- Cerveau
- Colon
- Estomac
- Poumon
- Vessie
- Leucémie
- Myélome multiple
- Lymphome malin
- Sarcome du tissu mou
- Carcinomes colo-rectaux
- Gliomes du SNC

2- ANOMALIES CONGENITALES

- Anomalie faciale
- Anomalie du tube neural
- Agénésie du rein
- Spina bifida

3- AUTRES PATHOLOGIES

- Syndrome hémolytique et urémique
- Maladie de Parkinson

4- AUTRES PATHOLOGIES, SYSTEMES AFFECTES

- Oculaire
- Respiratoire
- Hématopoïétique
- Cutané (dermatites)
- Nerveux
- Neuro-psychique
- Cutané, oculaire et respiratoire

Source: Corriveau et Lajoie 1986

Tableau 3.4

Pouvoir cancérogène de quelques pesticides courants

HERBICIDES	
Arsénite de sodium et autres dérivés de l'arsenic	a (chez l'homme)
Amitrole, aminotriazole	a (chez les animaux)
	b (chez l'homme)
Monuron	b (souris)
Diallate	b (souris)
Nitrofen	a (souris, rats)
MCPA	c
2,4,5-T	c
2,4-D	c
Acides phénoxyacétiques, chlorophénols (2-4-D 2,4,5-T, MCPA pris collectivement	b (chez l'homme)
FONGICIDES	
Quintozène	b (souris)
Captane	b (souris)
Chlorothalonil	b (souris, rats)
INSECTICIDES	
Toxaphène	a (souris, rats)
Chlordécone	a (souris, rats)
Hexachlorobenzène	a (souris, hamsters)
Chlordane	a/b(souris)
Heptachlore	a/b(souris)
TDE (DDD)	a/b(souris)
Hexachlorocylohexane	a/b(souris)
Dieldrine	a/b(souris)
DDT	b (souris)
Aldrine	c
Endrine	c
Lindane	b (souris)
Dicofol	b (souris, rats)
Malathion	c
Méthyl-parathion	c
Parathion	c
Tétrachlorvinphos	b (souris, rats)
Trichlorfon	c

a. Démonstration claire d'une relation de cause à effet.
b. Démonstration limitée. - Les études suggèrent un effet cancérogène possible.
c. Démonstration inadéquate. Les études disponibles ne permettent pas de décider en faveur (ou en défaveur) d'une action cancérogène.

Source:
IARC, 1985.

Tiré de: «Pour une utilisation rationnelle des pesticides au Québec»

DIAPORAMA

POUR UNE UTILISATION PLUS SECURITAIRE

DES PESTICIDES SUR LA FERME

L'Equipe Santé-Sécurité Agricole du CLSC Lotbinière-Ouest en collaboration avec le Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec a produit un document audio-visuel portant sur l'utilisation sécuritaire des pesticides en milieu agricole. A partir d'une situation dramatisée sur une ferme, le diaporama fournit des renseignements généraux sur les pesticides, traite des risques qu'ils représentent, décrit les mesures à prendre pour leur utilisation sécuritaire et renseigne sur la conduite à suivre en cas d'intoxication.

Le document d'une durée de 19 minutes comprend:

- 131 diapositives couleurs
- une cassette sonore
- un guide de l'animateur

Les personnes intéressées par ce document peuvent s'adresser à:

- Bureaux Régionaux du Ministère de l'Agriculture
  des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec.

- Madame Anne Lafond
  Direction des Communications
  Division de l'audio-visuel
  Agriculture, Pêcheries et Alimentation
  200-A, Chemin Ste-Foy, 7° étage
  Québec
  G1R 4X6
  Tel: (418) 643-8014

- Monsieur Benoit Gingras
  CLSC Lotbinière-Ouest
  216 Principale
  Fortierville
  G0S 1J0
  Tel: (819) 287-4442

LES PESTICIDES EN AGRICULTURE:

QUELQUES DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

PESTICIDES EN AGRICULTURE

Quelques documents de référence

Centre de toxicologie du Québec. Réseau provincial de lutte contre les empoisonnements. Statistiques générales pour l'année 1987.

CORRIVEAU, L. et LAJOIE, P. 1986, Les Pesticides utilisés en agriculture au Québec: revue de la littérature toxicologique et épidémiologique, Département de santé communautaire du centre hospitalier de l'Université Laval, Québec, 1986.

Département de Santé Communautaire Hôtel-Dieu de Roberval. Etude sur l'exposition des travailleurs agricoles aux produits chimiques, Service santé au travail, 1986.

GODON, D. et LAJOIE, P. Approche géographique à la problématique des pesticides et de la santé, protocole de recherche, document interne, Département de santé communautaire du Centre hospitalier de l'Université Laval, Québec.

GODON, D., LAJOIE, P., NADEAU, D. Atlas de l'utilisation des pesticides en agriculture au Québec. Département de santé communautaire du Centre Hospitalier de l'Université Laval, octobre 1987.

LAFORTUNE, Maryse. Identification des risques d'utilisation des pesticides pour les agriculteurs de l'industrie agricole du Québec, Septembre 1987 (Mémoire de maîtrise, faculté de médecine, Université de Montréal).

LAUWERYS, R.R., Toxicologie industrielle et intoxication professionnelle, 2° édition, Masson, Paris, 1982.

Ministère de l'environnement du Québec, Pour une utilisation rationnelle des pesticides au Québec, Motifs et nature des interventions proposées par le Ministère de l'Environnement du Québec, novembre 1986.

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. Pesticides recommandés par le ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation, octobre 1988.

Santé et Bien-être social, Canada. Manipulation des Pesticides, Manuel de sécurité. Quatrième édition, 1984.

communiqué

COMMUNIQUÉ DE PRESSE
POUR PUBLICATION IMMÉDIATE

centre local
de services
communautaires
Le Norois
Édifice Complexe Jacques Gagnon
100 St-Joseph, Alma, Qué., G8B 7A6
Tél.: 668-4563

LES PESTICIDES

L'USAGE MASSIF DES PECTICIDES EST-CE NECESSAIRE?

...UTILES, MAIS AUSSI TOXIQUES!*

*** L'Ordre des Chimistes du Québec**

Grâce à une subvention d'Environnement Canada, le CLSC Le Norois désire sensibiliser la population à une question environnementale d'importance: **l'usage massif des pesticides en agriculture.**

Selon une Commission de l'Organisation des Nations Unis: "L'industrie et l'agriculture déversent des substances toxiques dans la chaîne alimentaire de l'homme et dans les nappes phréatiques au-delà de tout espoir des récupérations". Un organisme sérieux vient donc de sonner l'alarme.

Les pesticides sont des produits toxiques. Une fuite dans une usine de pesticides à Bophal en Inde a tué plus de 2000 personnes et en a aveuglé ou blessé 200,000 autres.

Chaque citoyen a le pouvoir de favoriser ou de ne pas favoriser l'usage massif de pesticides dans l'agriculture. Comment? Par le choix des aliments qu'il consomme. Le CLSC Le Norois publiera d'autres informations à ce sujet dans une prochaine édition de ce journal.

.../2

Au C.L.S.C. le Norois, votre santé est notre choix.

centre local
de services
communautaires
Le Norois
Édifice Complexe Jacques Gagnon
100 St-Joseph, Alma, Qué., G8B 7A6
Tél.: 668-4563

communiqué

LES PESTICIDES S'INTRODUISENT-ILS DANS LA CHAINE ALIMENTAIRE?

Afin de répondre à cette question et afin de sensibiliser la population à la qualité de son environnement, le CLSC Le Norois a fait analyser le contenu en pesticides d'un aliment de consommation courante: **la pomme de terre.**

Cette analyse a pu se faire grâce à une subvention d'Environnement Canada accordée dans le cadre de la semaine canadienne de l'environnement.

RÉSULTATS *

Deux (2) groupes d'échantillons ont été comparés: 1) pommes de terre cultivées avec pesticides; 2) pommes de terre "biologiques".

Une quantité détectable d'ENDOSULFAN (un insecticide) et d'HYDRAZIDE MALEIQUE (un herbicide) a été retrouvée seulement dans les échantillons traités aux pesticides.

Les résultats de notre étude semblent indiquer deux (2) choses: 1) les pesticides s'introduiraient dans la chaîne alimentaire; 2) il serait possible de retrouver sur le marché des produits exempts de certains pesticides.

CONCLUSION

La protection de l'environnement est une responsabilité individuelle et collective. Le CLSC Le Norois a voulu faire sa part en publiant des informations permettant à chacun de faire ses propres choix en regard du type d'aliment (traité ou non traité aux pesticides) qu'il désire consommer. Nous invitons tous les lecteurs de cette page à s'informer davantage sur la question des pesticides.

* La firme SEDAC Inc. de Chicoutimi a effectué les analyses.

Au C.L.S.C. le Norois, votre santé est notre choix.

centre local de services communautaires
Le Norois
Edifice Complexe Jacques Gagnon
100 St-Joseph, Alma, Qué., G8B 7A6
Tél.: 668-4563

LA CONTAMINATION DE LA CHAINE ALIMENTAIRE: UNE SOLUTION EXISTE!

Par

Denis Bouchard, c.q.a.

Hôpital Ste-Croix
Drummondville

Novembre 1988

NOTE SUR L'AUTEUR

L'auteur de ce document n'est ni médecin, ni toxicologue, ni chimiste, ni même environnementaliste. Le seul titre auquel il tient est celui représenté par les lettres c.q.a.*

* Pour connaître la signification de ces lettres, il suffit de lire ce document.

CHAPITRE I: LE PROBLEME

Il n'y a plus de doute possible: les pesticides sont des produits toxiques dont l'usage massif en agriculture doit être questionné. Sur la page couverture d'une brochure destinée au grand public, l'Ordre des chimistes du Québec qualifie les pesticides de toxiques. Or, l'article 4 de la Loi sur les aliments et drogues stipule:

> "Nul ne doit vendre un aliment qui contient ou porte une substance toxique et délétère".

La chaîne alimentaire est déjà contaminée par les pesticides. Ces produits constituent une sérieuse menace à la santé comme le prouvent les nombreuses citations qui suivent et qui proviennent de sources sérieuses et compétentes.

TABLEAU DES CITATIONS

1. Sur la contamination de la chaîne alimentaire	Source	Commentaires
"Des résidus de pesticides peuvent parfois apparaître dans les récoltes. Ils sont présents parce que certains pesticides sont absorbés par les plantes et restent dans les tissus végétaux. D'autres pesticides ne se décomposent pas facilement dans l'environnement et peuvent rester à la surface des plantes ou dans le sol. Certains pesticides, et notamment les hydrocarbures chlorés ont tendance à s'accumuler dans les tissus adipeux des animaux et se retrouvent donc dans la viande et les produits laitiers".	Santé et Bien-être social Canada, "Manipulation des pesticides - Manuel de sécurité, 1986	
"L'industrie et l'agriculture déversent des substances toxiques dans la chaîne alimentaire de l'homme et dans les nappes phréatiques au-delà de tout espoir de récupération".	La Commission mondiale sur l'environnement et le développement; organisme de l'ONU, 1987, p.3.	A noter l'expression "au-delà de tout espoir de récupération".
"Des résidus d'aldicarbe furent décelés dans 79 des 96 échantillons de pommes de	Richard Frank, Heing E-Braun et Brian D. Ripley; Résidues of Insecticides on Ontario	L'aldicarbe est un des pesticides, selon le Min. fédéral de la santé, qui ont été impliqués, soit en Europe

TABLEAU DES CITATIONS

1. Sur la contamination de la chaine alimentaire (suite)	Source	Commentaires
terre, dont 71 en-deçà du niveau de tolérance résiduelle et 8 au-dessus"	grown vegetables, 1980-85, J. Assoc. Aff. Anal. Chem. (Vol-70, No. 6, 1981)	soit en Amérique du Nord, dans la mort des oiseaux lorsque utilisées apparemment en conformité avec les instructions sur l'étiquette. Or selon le ministère, la mort d'oiseaux après une application de pesticides est l'indication la plus évidente de l'existence d'un problème.

TABLEAU DES CITATIONS

2. Sur les dangers connus des pesticides	Source	Commentaires
"L'aldicarbe et son principal métabolite, le SULFOXIDE d'ALDICARBE, sont fortement toxiques pour les mammifères qui y sont exposés par ingestion directe ou par contact avec la peau".	J. E. Hollebone, "Circulaire aux collègues provinciaux.." Direction des pesticides, Agriculture Canada, Avril 1986.	L'aldicarbe (ou TEMIK) est de la famille des carbamates qui sont, selon le Min. fédéral de la santé, "extrêmement toxiques pour l'homme et ils agissent tous comme inhibiteurs de la cholinestérase". Ce pesticide largement utilisé au Québec et en Ontario sur la culture de la pomme de terre, est interdit à New-York et sur l'île de Vancouver.
"Dans les années 70, la superfécie des terres traitées aux pesticides a augmenté de 300 pour cent en moyenne, mais de plus de 500 pour cent dans les écozones des plaines boréales et du bouclier boréal. Malheureusement, beaucoup de plantes et d'organismes importants pour le bon fonctionnement des écosystèmes peuvent être détruits en même temps que les ravageurs visés. Souvent, par exemple, les ennemis naturels des ravageurs sont aussi détruits, de sorte que l'agriculteur dépend de plus en plus des pesticides. En outre, seule une petite fraction	Environnement Canada; L'état de l'environnement au Canada-Survol, 1986, p.4	En regard des pesticides il ne faut pas oublier l'effet synergitique qui fait que dans certains cas les effets combinés de plusieurs polluants peuvent être plus nocifs que la somme des effets de chacun d'entre eux agissant isolément.

TABLEAU DES CITATIONS

2. Sur les dangers connus des pesticides (suite)	Source	Commentaires
du pesticide atteint sa cible; le reste se disperse dans le sol et l'eau ou bien est absorbé par la végétation ou, avant d'être complètement dégradé, il peut constituer une menace pour la faune et pour l'homme".		
"**Risques à court terme:** Les poissons et les organismes qui leur servent de nourriture peuvent être tués par l'exposition aux pesticides qui leur sont très toxiques. Selon le produit chimique en cause, l'espèce de poisson et l'habitat, la conception létale peut être très faible. Par exemple, on a déterminé en laboratoire qu'une concentration de cyperméthrine maintenue à 1,2 partie par miliard (équivalente à 30 secondes par rapport à 1000 ans) causera la mort de 50 p. 100 d'une population de truites arc-en-ciel en quatre jours. Les pyréthrinoïdes de synthèse sont très toxiques pour les poissons et	Santé et Bien-Être Canada: Manipulation des pesticides manuel de sécurité, 1986, p.106	

TABLEAU DES CITATIONS

2. Sur les dangers connus des pesticides (suite)	Source	Commentaires
les organismes aquatiques"		
"Un article paru dans le Journal of the American Medical Association (Sept.86), fait état d'une association entre l'usage de l'herbicide 2,4-D et le cancer chez les fermiers..."	June IRWIN: Our Children's Future, Pointe-Claire, 1988.	Le Ministère de l'agriculture du Québec recommande l'usage de 2,4-D pour la culture des asperges et du maïs sucré (Voir: "Pesticides recommandés par le Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation", Québec, 1985, p. 81).
"Des herbicides utilisés depuis longtemps par les agriculteurs américains ont été utilisés à la guerre du Vietnam (Opération "Ranch Hand") de 1962 à 1971. (The Air Force and Herbicides in Southeast Asia 1961-1971, William A. Buckingham Jr., Office of Air Force History, Unated States Air Force, Washington, D.C.)"		Jusqu'en 1988, ce même ministère recommandait également l'usage comme herbicide du 2,4-D/2,4-5T qui contient les mêmes ingrédients que l'Agent Orange utilisé à la guerre du Vietnam.
"L'Agent Orange est fait à 50% de 2,4-D et 50% de 2,4,5-T.		Or, un produit de dégradation du 2,4,5-T est la dioxine, un des produits les plus toxiques créés par l'homme. Ce produit est suspecté d'effets mutagenes chez l'être humain à des doses extrêmement bases. (Voir: Robert H. Dreisbach, "Hand-book of Poisonning" 11 Th Edition,1983, p.143)
"La dioxine en est un sous produit. Il y a des évidences que l'Agent Orange a causé des anomalies congénitales		

TABLEAU DES CITATIONS

2. Sur les dangers connus des pesticides (suite)	Source	Commentaires
chez les descendants des vétérants américains de la guerre du Vietnam" (La traduction est la nôtre).		
"Les pesticides sont fabriqués dans le seul but de détruire certaines formes de vie. Tous peuvent avoir au moins un certain effet toxique pour l'homme (Goodman et Gilman's The Pharmacological Basis of Therapeutics, 7th Edition, 1985, Mc Millan Publishing Compagny, New-York).	JUNE URWIN, Our Children's Future, Pointe-Claire, 1988.	
"Les pesticides contiennent des substances chimiques toxiques, autrement ils ne produiraient pas les résultats voulus"	Environnement Canada, Fiche d'information, Solutions autre que les pesticides pour cours et jardins (non daté).	
"Il a clairement été démontré que l'atrazine produit des anomalies génétiques chez les animaux et les humains... L'atrazine pénètre dans le corps humain par la consommation d'eau ou la baignade et peut causer des malformations	Joe Cummins, généticien à l'Université Western Ontario, cité dans la Presse du 22 juillet 88.	La plupart des champs de maïs du Québec doivent leur existence à l'atrazine, un puissant herbicide. Le Ministère de l'Agriculture, inquiet des dangers possibles, est en train de revoir les données scientifiques qu'il possède à propos de l'atrazine.

TABLEAU DES CITATIONS

2. Sur les dangers connus des pesticides (suite)	Source	Commentaires
congénitales et des dommages génétiques. On découvrira probablement que le produit cause aussi le cancer".		
"De nombreux Québécois sont atteints de cancers du cerveau, des lymphes et du sang (leucémie) pour avoir vécu dans des milieux agricoles contaminés par les insecticides et les herbicides. Le lien, entre ces graves maladies parfois incurables et la culture chimique moderne vient d'être établi - pour la première fois - par une équipe de scientifiques de l'Université de Montréal et de l'Université Laval, à Québec. La recherche a été effectuée depuis trois ans pour le compte conjoint des ministères québécois de la Santé et de l'Environnement. Elle a été dirigée par M. Daniel Godon, géographe médical de l'Université de Montréal et par le Dr Pierre Lajoie,	La Presse, 12 nov. 1988	

TABLEAU DES CITATIONS

2. Sur les dangers connus des pesticides (suite)	Source	Commentaires
directeur du département de santé communautaire de l'Hôpital de l'Université Laval, avec la collaboration d'un géographe M. Jean-Pierre Thouez".		

TABLEAU DES CITATIONS

3. Sur la manipulation sécuritaire des pesticides	Source	Commentaires
"Sélectionnez les travailleurs. Les personnes de moins de 18 ans et les femmes enceintes ou qui allaitent ne doivent jamais manipuler des produits chimiques agricoles. Tous les travailleurs sont conseillés de passer un examen médical pour détecter des conditions qui les rendraient plus vulnérables aux pesticides. Avant l'épandage, avisez les voisins pour qu'ils éloignent les animaux domestiques, le bétail et les enfants. Personne ne doit entrer dans les régions traitées sans porter l'équipement de protection individuelle nécessaire, avant l'écoulement de la durée de sécurité (normalement 24 heures)." "L'hygiène corporelle est un élément essentiel pour réduire au minimum la contamination par les pesticides. Tous les travailleurs doivent bien se doucher après avoir manipulé des pesticides et avant de manger, boire ou fumer. Ayez du savon et de l'eau	Conseil Canadien de la sécurité: Guide de la sécurité des pesticides, (p.1)	De telles précautions à prendre lors de l'utilisation des pesticides ne devraient-elles pas nous inciter à s'interroger sur la pertinence d'exposer, même à faible dose, toute la population à ces produits?

TABLEAU DES CITATIONS

3. Sur la manipulation sécuritaire des pesticides (Suite)	Source	Commentaires
à la portée des travailleurs sur les lieux de travail au cas ou l'on a besoin d'une douche de décontamination - c'est une question de secondes quand il s'agit de poisons sur la peau".		
Règles de sécurité pour l'utilisation des pesticides "Ne pas manger, boire ou fumer dans l'aire de travail et ne pas garder de nourriture, de boisson, de tabac, de gomme à macher, de tasses ou d'ustensiles ménagers, etc. sur les lieux de travail. Se laver les mains avant de manger, de boire, de fumer ou d'aller aux toilettes".	Santé et Bien-être social Canada: Manipulation des pesticides. Manuel de sécurité. 1986, P.5	Les pesticides sont dangereux pour la nourriture de ceux qui les utilisent; ne le sont-ils pas davantage pour ceux qui consomment les aliments qui en sont aspergés?

CHAPITRE II: LA SOLUTION

> "Les méthodes d'exploitation de l'agriculture moderne exigent une certaine rentabilité pour amortir les investissements, souvent considérables, en matériel coûteux. La lutte contre les insectes est un des facteurs essentiels de rendement. Elle conditionne également l'économie agricole de certaines régions (destruction des sauterelles ravageant les récoltes, lutte contre les anophèles pour éviter le paludisme, etc)".

(Source: H. Desoille et all.: Précis de médecine du travail, Nasson, 1987, p.891).

Dans cette citation on peut découvrir le noeud de la problématique des pesticides. Les pesticides sont utilisés massivement pour des fins de rentabilité agricole et non pour des fins de protection de la santé publique. Ceci est une évidence mais il est essentiel de se le rappeler à l'heure où les dangers de ces produits sont de plus en plus démontrés (voir chapitre I).

Face aux dangers des pesticides les solutions mises de l'avant actuellement sont les suivantes:

1. L'Homologation des produits, qui vise à s'assurer que les produits utilisés sont efficaces et sûres pour le milieu. Cette fonction est sous l'entière responsabilité d'Agriculture Canada.

2. Le contrôle des résidus de pesticides dans les aliments.

La Direction générale de la Protection de la santé (fédérale) détermine la dose journalière admissible (DJA) qui est "la quantité de pesticide qui, de l'avis des toxicologues, paraît pouvoir être ingérée par l'homme chaque jour pendant toute la vie, sans risque appréciable. En général, ces taux concordent avec les DJA recommandées par l'Organisation mondiale de la santé" (Santé et Bien-être social, Canada: Dépêche #51, automne 1980).

Le contrôle des résidus s'effectue principalement par la surveillance et l'inspection des produits alimentaires domestiques ou importés.

Les limites de la science

Ces solutions, qui s'appuient sur les décisions des experts et sur les connaissances scientifiques, sont essentielles mais sont insuffisantes pour deux raisons. D'abord les experts peuvent se tromper. Voici ce que déclarait en 1967 un Comité d'experts de l'Organisation mondiale de la santé sur l'usage du DDT - de triste réputation - qui déjà commençait à susciter des inquiétudes.

> "Le DDT est employé depuis plus de 20 ans dans les programmes de lutte antivecteurs. On l'utilise encore largement et aucun effet nocif n'a été enregistré parmi les milliers de personnes qui l'appliquent chaque jour pendant les campagnes d'éradication du paludisme. De plus, il reste l'insecticide de choix dans tous les cas où le vecteur est sensible à son action.
>
> Ces dernières années, on a craint que cet insecticide très stable et très tenace ne contamine le milieu mais, de l'avis du Comité, ces craintes ne justifient pas le remplacement du DDT par d'autres produits rémanents destinés à combattre les moustiques à l'intérieur des habitations. Du point de vue de l'innocuité, le DDT demeure inégalé".

Des experts de plusieurs pays ont donc déjà approuvé un produit dont 20 ans plus tard on dit ceci (selon Sandra

Portel du Worldmatch Institute, cité par Jean Poulain, La Presse, 20 août 1986:

> "L'exemple des effets à long terme du pesticide DDT a pris tout le monde par surprise: non seulement amenait-il l'extinction de certaines espèces d'oiseaux, comme le faucon pèlerin (connu des Montréalais pour nicher autrefois sur le Sun Life Building) en s'attaquant au calcaire qui forme la coquille de son oeuf mais, de fleuves en mers, ce pesticide ultrapuissant a atteint les manchots d'Antartique.
>
> Même s'il a été interdit depuis dix ans, on en retrouve encore des traces dans le sang et le tissu adipeux de trois générations d'Américains, sans compter aussi dans les carottes et les épinards frais en vente dans les supermarchés de San Francisco".

Ce qu'il faut conclure de cet incident ce n'est pas que les toxicologues et autres scientifiques sont incompétents, mais que les outils et les raisonnements qu'ils utilisent comportent des limites et que tout être humain est sujet aux erreurs. Il faut avoir confiance dans les experts mais adopter une attitude critique raisonnable face aux conclusions de leur recherche.

Il existe une deuxième raison qui rend inadéquate la solution de se fier aux experts pour règler le problème de la pollution par les pesticides. C'est que malgré leur compétence les hommes et les femmes de science font face à une tâche trop énorme par rapport aux moyens mis à leur disposition. Seulement aux Etats-Unis environ 500 nouveaux produits chimiques de synthèse sont lancés chaque année. Environ 60,000 produits chimiques commercialisés sont actuellement répertoriés; il existe des renseignements sur les effets toxiques éventuels de ces produits pour à peine 20% d'entre eux.

La science est doublement dépassée quantitativement et qualitativement. Sur le plan qualitatif il est plausible de croire que l'avancement technologique se poursuivra et que ce n'est que dans plusieurs années que l'on sera en mesure de découvrir les effets nocifs de tel produit actuellement d'usage courant.

L'autre solution

La solution qui sera maintenant présentée ne remplace pas la solution "scientifique", elle la complète. Il s'agit d'une solution sociologique ou culturelle.

Dans un récent numéro du magasine Time on y rapporte que la solution à la crise de l'environnement requière des "changements d'ordre culturel". Nous vivons dans une société où ce qui est convenu d'appeler la majorité silencieuse a tendance à abdiquer de ses responsabilités face à certaines problématiques qui la concernent pourtant au premier chef. Par exemple les comités d'école créés à l'intention des parents ne sont fréquentés que par un petit nombre de ceux-ci. Il se vend beaucoup plus de médicaments pour soigner les maladies que de livres portant sur la façon de demeurer en santé. Les téléromans ont bien davantage de popularité que les documentaires exposant la crise environnementale.

Le changement culturel majeur qui devrait se produire devrait donc en premier lieu prendre la forme d'une prise de

conscience individuelle et collective face à la crise de l'environnement et de la pollution chimique (ce qui heureusement semble se dessiner à l'horizon).

Mais ce n'est pas tout il faut que cette prise de conscience se traduise par des actions et des choix concrets. Il faut cesser, en tant que "citoyen ordinaire", de croire que la science finira bien par trouver la solution. Notre société n'a jamais autant produit de diplômés universitaires compétants et efficaces. Malgré leur travail assidu dans leur sphère d'activité respective, ils ne peuvent règler tous les problèmes à eux seuls.

Un changement culturel s'impose donc. En regard du problème de lutte chimique contre les mauvaises herbes dans les villes un article paru dans Québec Science de juin 1988 a vu juste en disant:

> "La vraie solution passe beaucoup plus par un changement d'attitude envers ce que devrait être une pelouse ou un jardin esthétiquement acceptable. Ainsi, la présence de quelques pissenlits ou autres "mauvaises herbes" est-elle réellement si indésirable? Ne sommes-nous pas victimes de notre conditionnement à une certaine

recherche de la perfection?"

Ce changement d'attitude devrait aller beaucoup plus loin et atteindre chacun d'entre nous à titre de consommateurs de produits agricoles cultivés à l'aide de pesticides. Chaque citoyen à le devoir de protéger sa santé en mettant la même énergie que place l'agriculteur à protéger sa récolte par l'utilisation de pesticides.

Mais comment s'y prendre? Nous suggérons à chacun de devenir un c.q.a. c'est-à-dire un Citoyen Qui Agit. Si l'action que nous préconisons c'est de choisir ses aliments de façon éclairée en s'assurant qu'ils sont exempts de pesticides toxiques. La population dans une proportion de 40% au Québec a choisit de délaisser l'eau du robinet au profit d'eaux de source embouteillées. La demande a créé l'offre. Il en sera de même des produits agricoles cultivés sans pesticide qui sont actuellement très rares sur le marché.

Ce document ne cherche pas à interdire l'usage des pesticides. Il appartient aux instances politiques de mener le débat sur cette question spécifique.

Nous n'hésitons toutefois pas à considérer comme inacceptable la situation actuelle qui consiste à exposer, même à petite dose, toute une population et de façon continue à des produits toxiques dont l'utilité est uniquement d'ordre économique et non sanitaire. L'aspirine est utile sur le plan sanitaire. Est-ce que cela pourrait justifier d'en ajouter comme supplément dans les aliments vendus sur le marché?

Centre de Toxicologie du Québec

L'EXPERTISE ANALYTIQUE

EN TOXICOLOGIE INDUSTRIELLE

ET DE L'ENVIRONNEMENT

AU CENTRE DE TOXICOLOGIE DU QUEBEC

Le Centre Hospitalier de l'Université Laval - 2705, boul. Laurier, Sainte-Foy, Québec. G1V 4G2
TÉL.: (418) 654-2254 (418) 654-2100 (laboratoire)

Développement analytique: Treize années d'efforts

Dès 1975, le Centre de toxicologie du Québec s'est impliqué activement en toxicologie industrielle et de l'environnement. Les premiers services furent les dosages en milieu biologique pour évaluer l'exposition professionnelle des travailleurs au plomb, mercure, arsenic, monoxyde de carbone et aux solvants organiques. Au fil des années, le laboratoire a développé une expertise analytique très spécialisée. Ainsi, des dosages difficiles comme ceux du chrome, manganèse, aluminium, cadmium, des différentes espèces d'arsenic, sélénium, tellure, des insecticides chlorés ou organophosphorés, des chlorophénols et des biphénylpolychlorés en milieu biologique sont maintenant disponibles. Toujours à l'écoute des besoins actuels, toutes les nouvelles demandes sont soumises à un comité d'experts en toxicologie industrielle.

Du simple dosage à la recherche appliquée

Le développement analytique a amené notre Centre à participer à plusieurs études industrielles et environnementales. Parmi les plus importantes, mentionnons par ordre chronologique:

- L'évaluation des taux biologiques en méthylmercure chez les consommateurs de poissons.
- L'étude des taux biologiques en plomb, cadmium et arsenic chez des populations vivant aux environs de fonderies.
- L'étude de la pollution par le chlorure de vinyle à Shawinigan.
- Études d'hygiène industrielle dans des usines de fabrication de meubles, d'appareils ménagers, d'uréthane, de caoutchouc, de semiconducteurs, etc.
- Recherche analytique pour différencier les composés d'arsenic excrétés dans l'urine.

- Suivi des concentrations dans l'atmosphère et des expositions à l'oxyde d'éthylène et au protoxyde d'azote en milieu hospitalier.
- Étude des taux de formaldéhyde dans les écoles isolées avec la mousse d'urée-formaldéhyde.
- Recherche analytique sur les produits chimiques dégagés par les isolants, dont la MIUF.
- Évaluation des taux de mercure dans les incubateurs pour nouveaux-nés.
- Étude des taux biologiques de 2,4,5-T chez les travailleurs forestiers lors d'arrosages terrestres.
- Études analytiques sur les causes de l'asthme professionnel chez les travailleurs du crabe.
- Évaluation des taux biologiques en chlorophénols chez les travailleurs des scieries.
- Étude des taux biologiques en biphényles polychlorés chez les travailleurs exposés.
- Etude de la contamination du lait maternel par les organochlorés et les biphényles polychlorés.
- Etude du Cd chez les cervidés au Québec
- Evaluation de l'exposition des travailleurs forestiers au glyphosate lors des arrosages terrestres

Contrôle de qualité

Conscient de l'importance de l'exactitude des résultats analytiques, notre laboratoire a été précurseur dans l'élaboration de programmes de contrôle de qualité analytique. Notre programme de comparaisons interlaboratoires, pour les métaux en milieu biologique, fonctionne depuis dix ans et compte une centaine de participants répartis dans 15 pays. Nous participons également à plusieurs programmes, canadiens et américains pour assurer la justesse des résultats analytiques.

Le Centre de toxicologie du Québec, un organisme à votre service

Toxicologues, médecins, pharmaciens, chimistes, chercheurs associés et personnel technique du Centre de toxicologie du Québec forment une équipe d'expérience prête à vous aider en cas de problèmes. Que ce soit pour une demande de renseignements sur la toxicité d'un produit chimique, un problème industriel, environnemental ou une situation d'urgence, n'hésitez pas à nous consulter. Nous sommes à votre service depuis maintenant plus de douze années.

Maladie de Parkinson

et

facteurs environnementaux

ZAYED, J., CAMPANELLA, G., PANNISSET, J.C., DUCIC, S., ROY, M.,
MASSON, H., KENNEDY, G., ANDRE, P., DELISLE, C., BARBEAU, A.*

Février 1989

* décédé

Sommaire

La prévalence de la maladie de Parkinson au Québec était de 0,084% en 1985. Des études ont démontré une fluctuation importante dans la distribution régionale et évoqué des liens à des facteurs envrionnementaux de type pollution. Au sud du Québec, où l'industrialisation est intensive, la population géographiquement stable et la prévalence de la maladie de Parkinson élevée (entre 0,2% et 0,5%), nous avons étudié le lien entre les pesticides (en particulier le Paraquat), les métaux (l'arsenic, le fer, l'aluminium, le manganèse, le magnésium, le cuivre, le zinc et le calcium) et le développement de la maladie de Parkinson.

Une étude épidémiologique a été réalisée sur une période de deux ans. De façon concomitante, une étude environnementale a permis l'obtention de données à partir de dosages nucléaires (métaux), de relevés d'entreprises et d'institutions publiques et para-publiques. Le recueil de ces données a été fait sur le territoire du Département de Santé Communautaire de Valleyfield où la prévalence peut être de deux à cinq fois supérieure à la moyenne provinciale.

Les résultats obtenus ont permis de mesurer ces liens et de différencier l'exposition directe de l'exposition indirecte aux facteurs environnementaux analysés.

Ainsi, les personnes exposées directement, en milieu de travail, au manganèse, au fer et à l'aluminium sont environ deux fois plus à risque que le reste de la population. Pour les agriculteurs qui utilisent des pesticides, le risque est de 15% supérieur au groupe précédent. Dans les deux cas, plus longue est la durée d'exposition, plus grand est le risque de développer cette maladie.

Quant à l'exposition indirecte, il n'existe aucune relation entre la maladie de Parkinson et la présence de ces facteurs dans l'environnement. C'est-à-dire que ce n'est pas parce que les personnes résident dans les villes où l'on retrouve des industries rejetant ces métaux ou encore dans les villes, villages ou régions où les pesticides sont fortement utilisés, qu'elles sont plus à risque.

Il n'en reste pas moins, qu'au terme de cette recherche, la généralisation reste difficile à établir. En effet, la grandeur des échantillons et la marge d'erreur des risques estimés poussent à une grande prudence dans l'interprétation des résultats.

Enfin, au-delà de ces résultats, la combinaison épidémiologie et environnement a permis d'élaborer une méthodologie qui pourrait être appliquée à d'autres études en santé environnementale. La démarche envronnementale, y compris les modèles d'évaluation des risques, pourrait donc être utilisée pour l'examen de liens entre l'exposition indirecte aux pesticides ou aux métaux et une autre maladie.

Introduction

En 1817, James Parkinson, dans un célèbre mémoire "Essay on the shaking palsy", était le premier à décrire les manifestations cliniques de la maladie de Parkinson, sous le nom de "shaking palsy", car le tremblement et la pauvreté des mouvements lui paraissaient en être les éléments dominants. Charcot (1880) et Wilson (1929) ont respectivement précisé cette symptomatologie: tremblement, rigidité et akinésie. "Paralysie agitante" garda le nom de "maladie de Parkinson" en l'honneur du premier médecin qui a fourni une description écrite.

Depuis, plusieurs facteurs ont été avancés pour expliquer les causes de la maladie. Ce ne sera que le travail et les recherches des 25 dernières années qui auront véritablement permis la compréhension de la pathogénèse et l'avancement d'un certain nombre d'hypothèses étiologiques qu'elles soient virologiques, immunologiques, toxicologiques ou génétiques. Mais aucune de ces approches n'a été pleinement satisfaisante lorsqu'elle était considérée seule. Une seule évidence: l'incidence de la maladie de Parkinson croît considérablement avec l'âge, après 50 ans (1).

La maladie de Parkinson affecte environ 1% de la population âgée de plus de 50 ans comme âge moyen au début de la maladie. Il est difficile de déterminer le nombre de sujets qui en sont atteints dans le monde car les estimations publiées varient selon les auteurs et

selon les régions. Ce n'est, par exemple, qu'en 1985 qu'une première étude permettait de connaître, au Québec, la distribution de la maladie deParkinson. Ainsi, Barbeau et al. (1985) établissaient des prévalences variant de 0,10 0/00 à 5 0/00 dans les différentes régions québécoises.

Selon Rondot et Recondo (1976), les valeurs extrêmes rapportées dans les écrits se situent entre 60/100 000 et 180/100 000 habitants, augmentant toujours lorsqu'on se réfère à une population âgée de plus de 60 ans.

Ci-dessous, quelques exemples de prévalences de la maladie de Parkinson pour la population âgée de plus de cinquante (50) ans.

Pays	Prévalence
Islande	7,6 % (2)
Finlande	4,1 % (3)
Comté de Copiah, Mississipi	3,5 % (4)
Sardaigne, Italie	2,6 % (5)
Chine (six villes)	2,0 % (6)
Nouvelle-Guinée	1,9 % (7)

Bien que la pathogénie exacte de la maladie de Parkinson ne soit pas connue, l'apparition de la maladie chez les gens âgés, suggère un

mécanisme pathologique lié au vieillissement cellulaire. Ce vieillissement serait combiné à une prédisposition génétique et à l'exposition à des facteurs envrionnementaux (8). Il s'agirait donc d'une étiologie multifactorielle.

Quelques recherches neurotoxicologiques et épidémiologiques (9,10,11,12) ont proposé des liens entre les métaux, les pesticides et la maladie de Parkinson (13,14,15).

Entre 1981 et 1984, la prévalence québécoise de la maladie de Parkinson était de 0,084% avec d'importantes variations régionales (16). Au sud du Québec, où la prévalence est élevée (de 2 à 5 fois supérieure à la moyenne québécoise), la distribution géographique de la population relativement stable, l'emploi des pesticides en agriculture est considérable et cinq industries utilisent et rejettent plusieurs métaux.

Il était donc approprié d'entreprendre une recherche qui permette d'examiner ces facteurs environnementaux et leur éventuelle relation avec la maladie de Parkinson.

Deux hypothèses ont été postulées:

a) l'exposition aux pesticides (en particulier au Paraquat) est en lien avec la maladie de Parkinson;

b) l'exposition à certains métaux (mangagnèse (Mn), aluminium (Al), fer (Fe), calcium (Ca), cuivre (Cu), magnésium (Mg), zinc (Zn), arsenic (As)) est en lien avec la maladie de Parkinson.

Une étude épidémiologique a permis de mesurer et de comparer l'exposition directe des parkinsoniens et des non parkinsoniens, alors qu'une étude environnementale en a fait autant pour l'exposition indirecte à ces facteurs environnementaux.

Méthode

Cette recherche se structure autour d'un diptique: un volet épidémiologique et un volet environnemental.

Etude épidémiologique rétrospective analytique cas/témoins, pour mesurer l'exposition directe. Un groupe de personnes atteintes de la maladie de Parkinson et un groupe de personnes exemptes de cette maladie, sont comparés quant aux facteurs environnementaux présumés étiologiques auxquels les deux groupes auraient eu des chances d'avoir été exposés dans le passé et qui auraient pu induire la maladie des cas parce qu'exposés plus souvent ou plus intensément.

Pour réaliser des études cas-témoins, il était souhaitable de choisir les cas incidents pour être le plus près possible des facteurs de risque (17, 18, 19). Cependant, le fait que le début de la maladie ne soit pas soudain, que le nombre de cas incidents ne soit pas élevé et que la période de latence soit longue (l'exposition pouvant précéder de plusieurs années l'apparition des premiers symptômes)) incitent à privilégier le choix des cas prévalents.

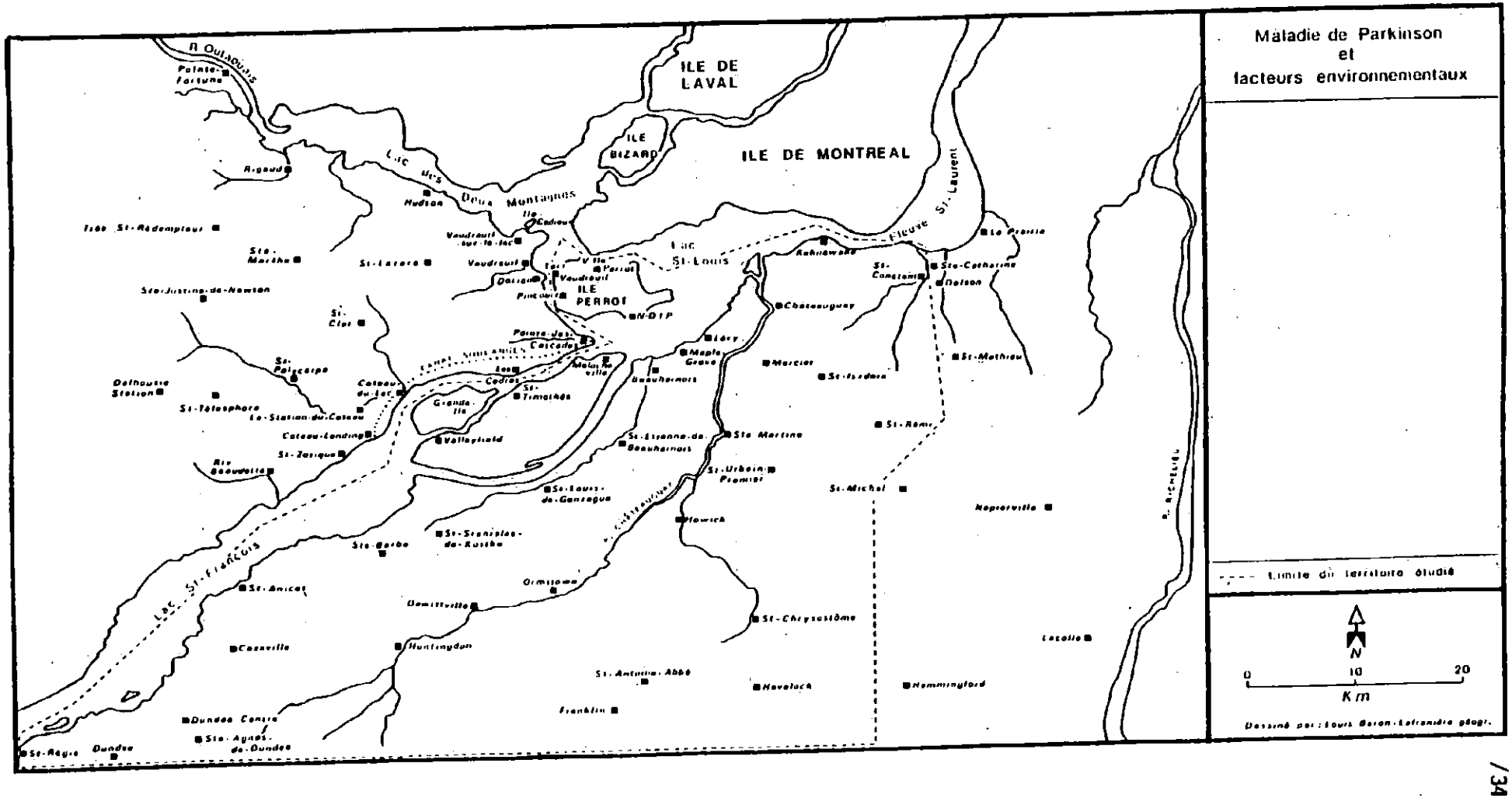
Nous avons donc voulu dans un premier temps échantillonner tous les cas prévalents au Québec, mais nous nous sommes butés à de grandes difficultés opérationnelles allant de la validation du diagnostic à celui du coût et de la lourdeur de la recherche. Il fallait donc se limiter à un groupe de taille raisonnable qui permette sa localisation rapide et qui facilite la réalisation de la recherche.

Nous avons donc désigné la population d'une partie de la région couverte par le Département de Santé Communautaire de Valleyfield comme étant la population cible (carte no 1). Le choix de cette population repose sur deux considérants:

- la prévalence de la maladie de Parkinson est supérieure à la moyenne provinciale. Cette prévalence peut atteindre cinq fois la moyenne provinciale dans certaines localités (5);

Carte 1

Limite du territoire étudié



- la situation gēographique baigne cette rēgion dans un environnement agricole (avec une utilisation importante de pesticides) et industriel (avec 5 entreprises qui rejettent un ou plusieurs des mētaux recherchēs).

Pour la sēlection des cas, nous avons dû faire appel aux mēdecins de la rēgion. Ces derniers avaient dējà ētē contactēs par Dr Andrē Barbeau, en 1985, pour collaborer à l'ētude descriptive qu'il menait sur la maladie de Parkinson.

S'inscrivant en continuitē de l'ētude de Barbeau et son ēquipe, il nous est apparu opportun de raccrocher la prēsente demande de collaboration à la prēcēdente. Des lettres ont ainsi ētē expēdiēes à tous les mēdecins de la rēgion, qui se rēpartissent en quatre catēgories:

. les mēdecins gēnēralistes francophones;
. les mēdecins gēnēralistes anglophones;
. les mēdecins neurologues francophones;
. les mēdecins neurologues anglophones.

Quant aux individus sēlectionnēs comme tēmoins, ils devaient non seulement ne pas avoir la même maladie que les cas, mais être aussi similaires quant à l'exposition potentielle aux facteurs environnementaux ētudiēs.

Les voisins des cas constituent, à ce titre, un choix intéressant, d'autant plus qu'un contrôle indirect s'effectuait automatiquement pour les variables socio-économiques. Ils permettent l'obtention d'une probabilité d'exposition aux facteurs de risque, en ce sens qu'ils n'auraient pas été empêchés d'être exposés ni aux pesticides ni aux métaux. Les voisins, comme groupe témoin, sont donc comparables pour des variables pouvant influencer l'exposition et la maladie: principe important dans la sélection des témoins (20).

Il fallait cependant contrôler les effets contaminants de certaines variables. Puisque peu de choses sont connues de la maladie de Parkinson, l'appariement a été limité aux variables âge et sexe.

Nous avons procédé au choix du groupe témoin grâce à l'échantillonnage aléatoire simple. Cette méthode permet à toute personne d'avoir des chances égales et connues d'être choisie.

Tous les cas et les témoins ont été examinés par des neurologues pour fin de validation du diagnostic. Un questionnaire leur était ensuite administré.

Par ailleurs, grâce à **l'étude environnementale** nous avons mesuré l'exposition indirecte par l'analyse des métaux dans les anneaux de croissance des arbres et par la quantification des pesticides et des matières actives (principalement le groupe chimique des ammoniums quaternaires) utilisés.

Pesticides

Grâce à l'accord du Conseil Agri-chimique du Québec, nous avons obtenu et utilisé les données relatives aux quantités, à la densité et à la diversité de matières actives vendues au Québec pour fin agricole (données 1982).

Métaux

Ce sont les arbres (épinette rouge) qui ont été utilisés comme bio-indicateurs.

Les points d'échantillonnage ont été déterminés à partir des villes et villages de la région à l'étude. Ainsi, 31 points d'échantillonnage ont été choisis sur l'ensemble du territoire. Les échantillons étaient prélevés dans les villes et villages de recensement des parkinsoniens et dans les autres villes et villages du territoire où il n'existait aucun malade.

Ainsi les données relatives à la concentration des métaux retrouvés dans les anneaux de croissance de l'arbre devaient permettre de différencier l'exposition historique des cas et des témoins en fonction de leurs lieux de résidences. De plus, la comparaison des données relatives à la concentration des métaux dans les anneaux de croissance d'un même arbre devait permettre de différencier l'exposition à travers les années.

Pour chaque arbre, un seul échantillon a été pris grâce à une tige de métal en acier inoxydable d'environ 45 cm (sonde de Presler). On obtenait ainsi un cylindre d'un diamètre approximatif de 4 mm et qui comporte des anneaux dont chacun représente une année de croissance. C'est-à-dire qu'au cinquantième anneau correspondra l'année 1937, puisque les échantillons ont été pris en 1987. Tous les échantillons ont été prélevés du 25 au 29 mai 1987.

Pour réduire la marge d'erreur, chaque échantillon a été pris à la même hauteur (hauteur de la poitrine), au centre de l'arbre (afin d'avoir les anneaux de croissance les plus anciens) et à la partie exposée au soleil (pour avoir la même grosseur d'anneau). Il était ensuite inséré dans une paille identifiée au lieu de la cueillette.

La technique utilisée pour la mesure de concentrations des métaux a été celle de l'activation neutronique. Cette technique se fait à l'aide d'un réacteur nucléaire à l'intérieur duquel chaque échantillon est irradié pendant une période de temps variable, fonction des métaux que l'on désire mesurer.

Chaque échantillon récolté a été scindé en plusieurs tranches de cinq ans, en commençant par les années les plus récentes. Chaque tranche a été ensuite déposée dans une fiole décontaminée en plastique et insérée dans un réacteur nucléaire pour fin d'irradiation. Au bout de cinq minutes, la fiole était retirée et placée durant cinq autres

minutes sur un détecteur de rayons gamma, qui permettait la lecture des métaux suivants: Mn., Al, Mg, Ca.

Le même échantillon était remplacé une deuxième fois dans le réacteur nucléaire pendant quatre heures. Vingt-quatre heures plus tard, il était transféré sur le déteceur. Une heure après, on procédait à la lecture des concentrations du Ca et de l'As.

Enfin, dix jours plus tard, le même échantillon était placé une dernière fois sur le déctecteur pendant deux heures, ce qui nous permettait de lire la concentration du Zn et du Fe.

Résultats

Etude épidémiologique

L'étude épidémiologique a été amorçée en 1986 et complétée en 1987 et réalisée sur le territoire du D.S.C. Valleyfield (voir carte). Elle a permis de recenser 57 malades sur lesquels 42 ont vu leur diagnostic confirmé. Les autres ont dû être exclus de la recherche puisque le diagnostic a été invalidé pour 12 d'entre eux alors que 3 ont été retirés parce qu'ils étaient situés hors du territoire (2 personnes) ou parce que leur diagnostic était indéterminé en raison de leur stade terminal (1 personne) (voir tableau I).

Tableau I

Malades recensés et validation du diagnostic

Diagnostics	Cas recencés (n)	Taux %
Diagnostics validés		
Maladie de Parkinson	42	78
Sous-total	42	78
Diagnostics invalidés		
Artériosclérose cérébrale	2	3,7
Normal au point de vue neurologique	2	3,7
Parkinsonisme médicamentaux	1	1,8
Syndrôme confusionnel	1	1,8
Tremblement essentiel	3	5,5
Tremblement postural	2	3,7
Tremblement sénile	1	1,8
Sous-total	12	22
Grand total	54*	100

* A ce total, il faut ajouter 3 personnes recensées et retirées de la recherche parce-qu'elles étaient situées hors du territoire (2) ou parce-que leur diagnostic est indéterminé à cause de leur stade terminal (1).

Les 42 parkinsoniens ont eu leurs premiers symptômes à l'âge moyen de 57,8 ans, avec un écart-type de 11,1 ans, c'est-à-dire que 65% ont eu leurs premiers symptômes entre 46,9 ans et 68,9 ans. Cet âge moyen n'est pas significativement différent de celui que l'on retrouve dans les écrits (55 ans).

Environ deux-tiers des parkinsoniens (27/42) sont des hommes et un tiers (15/42) sont des femmes. Les hommes ont eu leurs premiers symptômes à l'âge moyen de 55,9 (avec un écart-type de 11,6 ans) et les femmes, à l'âge moyen de 61,1 (avec un écart-type de 9,1 ans). On les retrouve également distribués dans 18 municipalités. Parmi celles où on en décompte le plus, signalons Valleyfield qui arrive en tête de liste avec 8 (6 hommes et 2 femmes), Châteauguay qui suit avec 7 (6 hommes et 1 femme) et Ormstown avec 4 (2 hommes et 2 femmes). Notons que Valleyfield et Châteauguay sont les deux municipalités les plus peuplées dans tout le territoire étudié, avec respectivement 27 935 habitants (dont 9650 âgés de plus de 45 ans) et 37 870 habitants (dont 10 930 âgés de plus de 45 ans).

Chaque malade a été comparé à deux témoins appariés selon l'âge et le sexe, choisis dans la même municipalité de résidence. Pour obtenir les 84 témoins (pour 42 cas) dont il est question, nous avons dû sélectionner 87 sur lesquels 3 (3,5%) ont été retirés puisqu'ils souffraient justement de la maladie de Parkinson. Pour des considérations éthiques, ces trois personnes ont été exclues de la recherche.

Comparabilité générale des cas et des témoins

Nous avons vérifié l'appariement et mesurer la comparabilité générale des cas et des témoins à l'aide de dix variables: le sexe et l'âge pour l'appariement; le groupe technique, les accidents de travail, les problèmes de santé, les périodes de chômage, la consommation de thé ou de café, la consommation de tabac, la perte de poids importante et le nombre de déménagements, pour la comparabilité générale.

Le but de cet exercice est de vérifier si certains éléments peuvent interagir avec l'exposition aux facteurs environnementaux, biaisant ainsi l'appréciation du risque.

Le tableau II montre que seule la consommation de tabac diffère significativement ($p \leq 0,1$) entre les cas et les témoins. Ainsi, la proportion du nombre de fumeurs chez les cas est inférieure à celle des témoins, ce qui concorde avec le résultat d'autres recherches (Barbeau et al., 1986). Mais cette différence se situe uniquement au niveau des catégories "fumeurs" et "ex-fumeurs". En effet, le nombre de personnes n'ayant jamais fumé est sensiblement le même chez les deux groupes (42,8% chez les cas et 44% chez les témoins). Les ex-fumeurs ont surtout arrêté de fumer avant l'apparition des premiers symptômes (14) alors que près de la moitié de ce nombre (6) l'on fait après, et seulement 2, la même année.

Tableau II
Profils comparés des cas et des témoins

Variables	Sous-variables	Cas	Témoins	Chi-deux
Sexe	Hommes Femmes	27 15	54 30	Non significatif
Age	≤ 59 60-64 65-74 ≥ 75	6 10 15 11	20 18 28 18	Non significatif
Groupe ethnique	Français Anglais Autre	35 5 2	75 6 2	Non significatif
Accidents de travail	Oui Non	12 30	17 67	Non significatif
Problèmes de santé	Oui Non	3 39	10 74	Non significatif
Périodes de chômage	Oui Non	7 32	18 66	Non significatif
Consommation de thé/café	0 1 2 3 >3	8 6 6 14 8	5 15 16 30 17	Non significatif
Consommation de tabac	Fumeur Ex fumeur Non fumeur	1 23 18	20 27 37	$p < 0.01$
Perte de poids importante	Oui Non	18 23	34 50	Non significatif
Nombre de déménagements	0 1 2 3 ≥ 4	5 11 7 8 11	5 20 19 20 20	Non significatif

Signalons enfin, qu'il n'existe aucune différence significative entre les hommes et les femmes chez les cas, alors qu'une différence de p 0,01 distingue les deux sexes chez les témoins, pour la consommation de tabac où les femmes fument moins que les hommes.

Comparabilité des cas et des témoins pour les facteurs à risque

Dix facteurs ont été retenus pour comparer les cas et les témoins:

- résidence à la campagne;
- résidence près de mines ou d'industries;
- utilisation de pesticides
- travail sur la ferme;
- travail dans l'industrie;
- manipulation de substances chimiques;
- manipulation de métaux;
- manipulation de colle, solvant, encre ou teinture;
- consommation de l'eau de puits.

Ces facteurs sont reliés de près ou de loin à l'exposition aux pesticides et aux métaux. Les deux premiers, relatifs aux lieux de résidence, touchent davantage l'exposition indirecte, alors que les autres permettent de mesurer l'exposition directe.

Le tableau de contingence III présente les fréquences des cas et des témoins pour chaque paramètre analysé. Ce sont ces données qui ont permis de calculer les risques relatifs indispensables pour l'interprétation de ce tableau.

Calcul du risque OR

Les mesures d'association entre les facteurs environnementaux étudiés et la maladie de Parkinson reposent sur la comparaison quantitative des mesures de fréquence entre les sujets exposés et les sujets non exposés.

Le risque relatif (RR) est une des mesures d'association utilisée fréquemment et est défini comme le quotient des taux d'incidences (19):

$$RR = \frac{\text{Taux d'incidence chez un groupe A}}{\text{Taux d'incidence chez un groupe B}}$$

Si le risque relatif (RR) est égal ou est inférieur à 1, le facteur d'exposition (E) n'est pas associé à la maladie (M). S'il est supérieur à 1, il indiquera une association positive entre E et M.

Le calcul du risque pour une étude rétrospective se fait différemment puisqu'il ne s'agit pas d'incidence mais de la prévalence

Tableau III

Comparaison des cas et des témoins pour les facteurs d'exposition

Variables	Sous-variables	Cas	Témoins
Sexe	masculin féminin	27 15	54 30
Age	≤ 65 > 65	17 25	44 40
Consommation de tabac	Fumeur Non fumeur Ex fumeur	1 18 23	20 37 27
Résidence à la campagne	Exposé Non exposé	33 9	75 9
Résidence près de mines/ind.	Exposé Non exposé	11 31	50 34
Utilisation de pesticides	Exposé Non exposé	23 19	43 41
Travail à la ferme	Exposé Non exposé	17 25	38 46
Travail dans l'industrie	Exposé Non exposé	5 37	5 79
Manipulation de subs. chimiques	Exposé Non exposé	11 31	32 52
Manipulation de métaux(Mn,Fe,Al)	Exposé Non exposé	9 33	9 75
Manipulation de colle,solvant etc.	Exposé Non exposé	7 35	15 69
Consommation de l'eau de puits	Exposé Non exposé	32 10	60 24

du facteur de risque chez les cas et les témoins. Le risque relatif connu sous l'appellation anglaise de "odds ratio" que l'on peut traduire par "rapport de cotes" se calcule comme suit :

$$OR = \frac{\text{Nombre de cas exposés X Nombre de témoins non exposés}}{\text{Nombre de cas non exposés X Nombre de témoins exposés}}$$

L'interprétation du résultat obtenu par le calcul du OR est similaire à celui obtenu par le calcul RR.

Une première étape dans l'évaluation du risque consistait dans le calcul du OR pour l'ensemble des cas et des témoins, indépendemment de l'âge, du sexe et de l'appariement. Pour ce faire, toutes les expositions ont été discriminées en fonction de l'âge au début des symptômes ou l'année d'incidence. C'est-à-dire que tout ce qui succédait temporellement à l'année de l'apparition de la maladie n'était pas considéré. Les témoins se voyaient attribuer la même année que celles des cas avec lesquels ils avaient été appariés.

Les résultats obtenus sont présentés dans la colonne "Tous âges, 2 sexes" du tableau IV. Ainsi, quatre facteurs environnementaux présentent des risques supérieurs à 1:

Tableau IV

Calcul du risque

Variables	Tous âges deux sexes	Strates d'âges - deux sexes ≤65	>65	≤59	60-69	≥70	Tous âges H	F	Tous âges - 2 sexes Mantel-Haenszel	Tous âges M-H H	F
Résidence à la campagne	0,44	0,11	1,11	0,10	0,44	0,72	0,29	1,00	0,31	0,18	1,00
Résidence près de mines ou industries	0,24	0,23	0,26	0,33	0,22	0,23	0,29	0,13	0,15	0,16	0,14
Utilisation des pesticides	1,15	1,13	1,15	0,50	1,20	1,54	0,69	3,14	1,23	0,55	5,00
Travail sur la ferme	0,82	1,11	0,60	0,61	1,05	0,65	0,58	1,49	0,65	0,36	2,00
Travail dans l'industrie	2,14	2,80	1,68	3,80	4,25	0,65	2,22	____	2,00	2,00	____
Manipulation de substances chim.	0,57	0,66	0,47	0,30	0,83	0,46	0,44	1,00	0,52	0,41	1,00
Manipulation de métaux (Mn, Fe, Al)	2,27	1,33	2,72	1,80	3,38	1,41	2,50	____	2,28	2,28	____
Manipulation de colle, solvant, ...	0,92	1,95	0,47	0,00	2,07	0,39	1,10	____	0,90	1,11	____
Manipulation de porcelaine	____	____	____	____	____	____	____	____	____	____	____
Consommation de l'eau de puits	1,28	0,96	1,70	0,50	1,55	1,42	0,91	2,79	1,40	0,88	6,00

/358

FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX	OR
Utilisation de pesticides	1,15
Travail dans l'industrie	2,24
Manipulation de mētaux (Mn,Fe,Al)	2,27
Consommation de l'eau de puits	1,28

Ces risques montrent que la prēvalence de la maladie de Parkinson est de 15% plus ēlevēe chez les personnes ayant utilisē des pesticides que chez les personnes ne les ayant pas utilisēs. Elle est de plus de deux fois supērieure chez les personnes ayant travaillē dans l'industrie ou ayant manipulē des mētaux (Al, Fe, Mn) et 28% supērieure chez les personnes ayant consommē l'eau de puits.

Bien que les tēmoins aient ētē appariēs selon l'âge et le sexe, nous avons tenu à nous assurer du contrôle de toute confusion. Une stratification des donnēes par sexe a permis cette vērification (tableau IV).

On note cependant qu'aucun facteur environnemental n'est partagē comme risque chez les hommes et les femmes. Les femmes sont à risque pour l'utilisation de pesticides, pour la consommation de l'eau de puits et à une degrē moindre, pour le travail sur la ferme; alors que les hommes le sont pour le travail en industrie et pour la manipulation des mētaux (Mn, Fe et Al).

Etude environnementale

Métaux

Nous avons obtenu les données de 1958 à 1987 par l'analyse des concentrations des métaux dans les anneaux de croissance des arbres.

Pour ressortir les variatitons historiques, nous avons considéré l'ensemble des concentrations obtenues pour chaque métal et privilégié la dispersion autour de la médiane. Pour raffiner cette pondération, les intervalles de variation des concentrations ont été découpés en quatre parties de même effectif: séparés par trois quartiles et dont le deuxième n'est autre que la médiane.

Les concentrations de métaux sont donc pondérées sur une échelle de quatre points (de 1 à 4 inclusivement), selon le risque potentiel pour la santé:

Pondération	Risque potentiel
1	risque potentiel très faible
2	risque potentiel faible
3	risque potentiel élevé
4	risque potentiel très élevé

On comprendra, alors, que la pondération est tributaire du type de relation entre chaque métal et la maladie de Parkinson (voir tableau V). Ainsi, une concentration élevée entraîne un risque potentiel élevé pour l'aluminium, le fer, le manganèse et le magnésium alors que l'inverse se produit pour le cuivre, le calcium et le zinc. Par ailleurs, l'absence de plusieurs tranches pour les années antérieures à 1958 (les arbres échantillonnés n'étant pas tous du même âge) a milité en faveur de leur exclusion.

Il s'agissait alors de suivre l'historique de résidence à partir de 1958 des cas et des témoins pour vérifier si les parkinsoniens ont résidé dans des localités plus à risque que les autres.

Au total, 42 cas et 84 contrôles avaient été recensés. Chacun d'eux s'est vu attribuer la même cote (risque potentiel) que sa localité de résidence et ce, pour chacun des sept métaux distinctement. S'il y avait eu déménagement, une cote était accordée proportionnellement au nombre d'années de résidence dans chacune des localités concernées. Si les localités de résidence pour cette période étaient situées à l'extérieur du territoire étudié ou si le nombre d'années de résidence dans ce territoire était inférieure à 5, l'appréciation du risque environnemental ne pouvait être entreprise pour les individus touchés. Il en était de même pour les personnes dont les premiers symptômes de la maladie étaient antérieurs à 1963

Tableau V

Relations entre les métaux recherchés et l'augmentation du risque théorique de la maladie de Parkinson

Métal	Relations
Mn	↑ Mn → ↑ M.P.
Zn	↓ Zn → ↑ Radicaux libres → ↑ M.P.
Al	↑ Al → ↓ Ca → ↑ Mn → ↑ M.P
Mg	↑ Mg → ↓ Ca → ↑ Mn → ↑ M.P.
As	↑ As → ↓ Activité enzymatique → ↑ Radicaux libres → ↑ M.P.
Cu	↓ Cu → ↓ Tyrosine hydroxylase → ↓ Dopamine → ↑ M.P. ↑ Fe → ↑ Radicaux libres → ↑ M.P.
Fe	↑ Fe → ↑ Radicaux libres → ↑ M.P.
Ca	↓ Ca → ↑ Mn → ↑ M.P.

Légende: ↑ Augmentation
↓ Diminution
→ Effet

(correspondant à l'année 1958 à laquelle sont ajoutées les 5 années de résidence minimum requises). En effet, une exposition ultérieure aux premiers symptômes ne présentait aucun intérêt puisqu'elle ne pouvait être considérée étiologique. Enfin, lorsque les cotes étaient temporellement différenciées (ce qui était souvent le cas) ou lorsqu'il y avait eu déménagement, la cote finale accordée tenait compte de la durée de résidence en considérant les évaluations des risques temporels par localité.

Ainsi, 39 parkinsoniens ont pu être comparés à 77 contrôles. C'est-à-dire que 3 parkinsoniens et 5 contrôles ne respectaient pas les critères énoncés plus haut.

Sur la base de l'évaluation du risque, les moyennes obtenues par personne fluctuaient de 1 à 4. Ainsi, une nouvelle pondération a permis d'apprécier les risques individuels.

PONDERATION	EVALUATION DU RISQUE
1,00 à 1,99	faible
2,00 à 2,99	moyen
3,00 à 4,00	élevé

L'évaluation du risque d'exposition enironnementale aux métaux des cas et des témoins, en fonction de l'historique de résidence avant

les premiers symptômes, est présentée au tableau VI. Aucune différence significative n'existe entre les deux groupes. On constate même que pour tous les métaux*, une proportion plus grande de témoins a résidé dans des municipalités plus à risque (risque élevé) que les cas.

Pesticides

L'évaluation du risque potentiel associée à l'exposition globale aux pesticides a été réalisée grâce à trois indicateurs: la diversité et la densité de pesticides ainsi que les densités de Paraquat et de D.D.C. (Diquat, Difenzoquat et Chlorméquat). Chaque bassin hydrographique regroupant un certain nombre de municipalités a donc pu être évalué et se voir attribuer une cote d'appréciation du risque. Les municipalités de même appartenance hydrographique obtenaient automatiquement cette même cote.

Cette évaluation du risque est valable pour la période de temps s'étalant de 1974 à 1982, années pour lesquelles existent des données précises, relatives à la vente de pesticides en agriculture au Québec.

La logique et la démarche utilisées ici sont sensiblement les mêmes que celles utilisées pour l'évaluation de l'exposition

---

* l'arsenic n'a pu être détecté

Tableau VI

Evaluation du risque d'exposition indirecte aux métaux des cas et des témoins, en fonction de l'historique de résidence avant les premiers symptômes

Métaux	Cas (n)			Témoins (n)			Chi-deux
	Risque faible	Risque moyen	Risque élevé	Risque faible	Risque moyen	Risque élevé	
Aluminium	13 (33.3%)	9 (23.1%)	17 (43.6%)	19 (24.7%)	19 (24.7%)	39 (50.6%)	Non significatif
Manganèse	16 (41.0%)	12 (30.8%)	11 (28.2%)	21 (27.3%)	25 (32.5%)	31 (40.2%)	Non significatif
Fer	16 (41.0%)	11 (28.2%)	12 (30.8%)	21 (27.3%)	27 (35.1%)	29 (37.6%)	Non significatif
Cuivre	6 (15.4%)	21 (53.8%)	12 (30.8%)	13 (16.9%)	38 (49.3%)	26 (33.8%)	Non significatif
Magnésium	19 (48.6%)	10 (25.6%)	10 (25.6%)	35 (45.4%)	26 (33.8%)	16 (20.8%)	Non significatif
Calcium	8 (20.5%)	16 (41.0%)	15 (38.5%)	19 (24.7%)	30 (38.9%)	15 (19.4%)	Non significatif
Zinc	12 (30.8%)	17 (43.6%)	10 (25.6%)	28 (36.4%)	32 (41.6%)	17 (22.0%)	Non significatif

environnementale aux métaux, tout en précisant que pour être retenue, chaque personne devait avoir totalisé une durée minimale de résidence dans le territoire étudié d'au moins quatre années entre 1974 et 1982.

Les résultats sont présentés au tableau VII. Les résultats ne montrent aucune différence significative entre les 2 groupes.

Conclusion

On peut donc conclure que:

- l'exposition indirecte (ou environnementale) aux pesticides ou aux métaux ne présente aucun risque évident, à l'intérieur des limites que nous imposent l'échantillon et la méthode utilisés;

- l'exposition directe (ou professionnelle ou en milieu de travail) aux pesticides ou à trois métaux (Mn, Fe, Al) représente un risque. Ces risques sont faibles et peu significatifs pour les pesticides et élevés pour les métaux;

- l'utilisation des pesticides est souvent associée au travail à la ferme et à la consommation de l'eau de puits. Ces trois facteurs présentent un risque faible, exclusif aux femmes;

Tableau VII

Evaluation du risque d'exposition indirecte aux pesticides des cas et des témoins, en fonction de l'historique de résidence avant les premiers symptômes

Indicateurs de pesticides	Cas				Témoins				Chi-deux
	Risque nul ou très faible	Risque faible	Risque élevé	Risque très élevé	Risque nul ou très faible	Risque faible	Risque élevé	Risque très élevé	
Diversité de pesticides	0	3 (10 %)	0	25 (82 %)	0	5 (9%)	0	52 (91%)	Non significatif
Densité de pesticides	21 (75%)	0	7 (25%)	0	39 (68%)	1 (2%)	17 (30%)	0	Non significatif
Densité de Paraquat et de D.D.C.	21 (75%)	0	0	7 (25%)	48 (70%)	0	0	17 (30%)	Non significatif

- la dichotomie hommes-femmes quant à l'évaluation des risques s'explique par l'exclusivité du milieu de travail (seuls les hommes travaillent dans les industries et sont exposés aux trois métaux) et par la durée et la nature de l'exposition (les femmes ont utilisé les pesticides durant une période de temps 25% supérieure, consomment en plus grand nombre l'eau de puits et travaillent aussi en plus grand nombre sur la ferme).

1. Barbeau, A, Roy, M., Bernier, G., Paris, S., 1985, Ecogenetics of Parkinson's disease: source environmental risk fators, Institut de recherches cliniques de Montréal, inédit.

2. Gudmundsson, K.R.A., A Clinical Survey of Parkinsonism in Iceland, Acta Neurol., Scand., 43 (Suppl. 33), p. 9-61, 1967.

3. Martilla, R.J., Rinne, U.K., Epidemiology of Parkinson's disease in Finland, Acta Neurol. Scand., 33, p. 81-102, 1976.

4. Schoenberg, B.C. et al., Prevalence of Parkinsons's disease in the biracial population of Copiah Country, Mississipi Neurology, 35, p. 841-845, 1985.

5. Rosati, G. et al., The risk of Parkinson disease in mediterranean people, in Neurology, 30, p. 250-255, 1980.

6. Li, S., Schoenberg, B.S., Wang, C., Cheng, X., Rui, D., Bolis, C.L., Schoenberg, D.G., A prevalence survey of Parkinson's disease and other movement disorders in the people Republic of China, Arch. Neurol., 42, 655-657, 1985.

7. Hornabrook, R.W., Nagurney, J.T., Essential tremor in Papua New Guinea Brain, 99, p. 659-672, 1976.

8. Barbeau, A., Roy, M., Cloutier, T., Plasse, L., Paris, S., Environmental and Genetic Factors in the Etiology of Parkinson's Disease in Advances in Neurology, vol. 45, 1986.

9. Aquilonius, S.M., Hartvig, P., Moss analyses used as a means of atmospheric heavy-metal deposition in Sweden, Denmark and Greenland in 1980 in Bulletin snvpur 1670, National Swedish Environmental Protection Board, p. 1-13, 1985.

10. Langston, J.W., Ballard, P., Tetrud, J.W. et al., Chronic parkinsonism secondary to intravenous injection of meperidine analogues in Science, 219: 979-980, 1983.

11. Cotzias, G.C., Papavasiliou, P.S., Ginos, J., Stechk, A., Duby, S., Metabolic modification of Parkinson's disease and of chronic manganese poisoning, in Annu. Rev. Med., 22, p. 305-326, 1971.

12. Tanner, C..M., Chen, B., Wang, W.-Z., Peng, M.L., Liu, Z.-L., Liang, X.-L., Kao, L.C., Gilley, D.W., Schoenberg, B.S., Environmental Factors in the Etiology of Parkinson's Disease in The Canadian Journal of Neurological Sciences, vol. 14, no. 3 (supplement), 1987.

13. Poirier, J., Dallaire, L., Barbeau, A., Parkinson's disease and Free Radicals in, Free Radicals, Cell damage and disease, London, Catherine Rice-Evans, 1986.

14. Donaldson, J., Barbeau, A. Manganese neurotxicity: Possible Clues to the etiology of human brain disorders, in Metal Ions in Neurology and Psychiatry, Alan R. Liss, Inc., p. 259-285, 1985.

15. Barbeau, A., Roy, M., Cloutier, T., Plasse, L., Paris, S., Environmental and Genetic Factors in the Etiology of Parkinson's Disease in Advances in Neurology, vol. 45, 1986.

16. rf. 1

17. Jick, H., Vessey, M.P., Case - control studies in the evaluation of drug - induced illness, in Am. J. Epidemiol., 107, p. 1-7, 1978.

18. Schlesselman, J.J., Case-Control Studies Design, Conduct, Analysis, New York, Okford University Press, 1982.

19. Philippe, P. Epidémiologie pratique, Editions Vigot frères, Les Presses de l'Université de Montréal, 1985.

20. Feinstein, A.R., Clinical Biostatistics, xx: The Epidemiologic trohoc, the ablative risk ration, and "restrospective" research, Clinical Pharmacology and Therapeutix, 14, p. 291-307, 1973.

P 5481
Tome 2 EX. 2

Daveluy, Albert et Al.

Colloque de formation en santé environnementale ... compte-rendu

DATE | NOM

P 5481

Gouvernement du Québec
Ministère de la Santé et des Services sociaux
Service de formation-réseau

88-537C