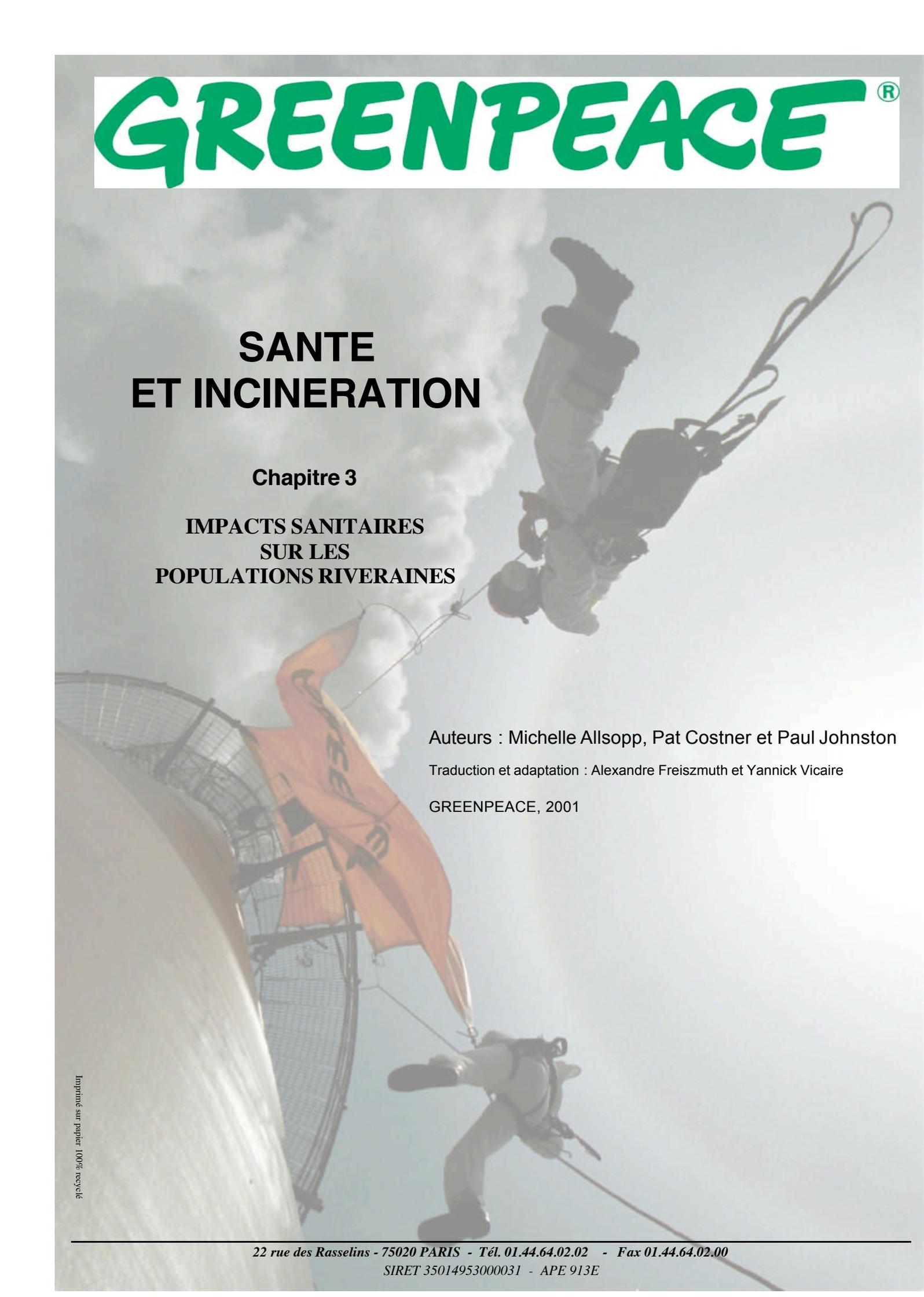


GREENPEACE®

The background of the cover features a photograph of a Greenpeace ship's deck. Two activists in white protective suits are rappelling down ropes. One is positioned higher up, and the other is lower down. An orange flag with the Greenpeace logo is attached to the rigging. The sky is bright and cloudy.

SANTE ET INCINERATION

Chapitre 3

IMPACTS SANITAIRES SUR LES POPULATIONS RIVERAINES

Auteurs : Michelle Allsopp, Pat Costner et Paul Johnston

Traduction et adaptation : Alexandre Freiszmuth et Yannick Vicaire

GREENPEACE, 2001

Hens et al.(2000) notent que les rejets des incinérateurs dans l'air et dans l'eau constituent en vérité une dilution et une dispersion de polluants dans l'espace et dans le temps. Cela provoque, lentement mais sûrement, une accumulation de polluants dans la chaîne alimentaire et dans le corps humain de telle sorte que bien souvent, les effets sanitaires ne deviennent perceptibles et mesurables qu'à l'issue d'une longue période de latence.

3.1 Les études d'exposition.

Un nombre limité d'études ont été menées pour déterminer dans quelle mesure les personnes vivant à proximité des incinérateurs ont été exposées aux polluants. Les études se sont limitées aux recherches sur l'exposition aux dioxines et aux métaux lourds. Les résultats de ces études sont variés. Certains ont constaté un niveau élevé d'exposition parmi les riverains tandis que d'autres n'ont mis en évidence aucune exposition accrue.

3.1.1 Les dioxines et les PCB

Trois études ont relevé une augmentation du niveau de dioxines parmi les résidents riverains d'incinérateurs tandis que deux études n'ont établi aucune preuve sur l'exposition. Une étude a également noté une teneur élevée de certains congénères de PCB dans le sang des enfants riverains.

Gonzalez *et al.* (2000) ont étudié l'exposition des riverains d'un incinérateur récemment construit à Mataró, en Espagne, une première fois antérieurement à sa mise en marche puis deux ans après. L'étude a déterminé le niveau des dioxines en 1995 puis en 1997 à partir de deux mélanges d'échantillons sanguins prélevés respectivement sur 104 individus vivant de 0,5 à 1,5 km de l'incinérateur et sur 97 individus éloignés de 3,5 à 4 km. En 1995, avant le démarrage de l'incinérateur, les niveaux de dioxines dans le sang des personnes vivant près de l'incinérateur et celui des personnes plus éloignées était respectivement de 13,5 ppt TEQ et de 13,4 ppt TEQ. En 1997, deux ans après le démarrage de l'incinérateur, le niveau de dioxines avait augmenté parmi les deux groupes d'environ 25% et les PCB d'environ 12%. Lorsqu'on refit les analyses, l'augmentation des dioxines parmi les riverains était de l'ordre de 10 à 15% plutôt que de 25%. L'augmentation du taux de dioxines n'était pas différent entre les personnes vivant à proximité et celles qui étaient plus éloignées, et les auteurs en ont conclu que l'augmentation du niveau de dioxines dans le sang n'était probablement pas dû à l'incinérateur. Les émissions des cheminées de l'incinérateur ont été évaluées à 0,98-2,5 ng TEQ/m³.

Une étude au Japon a été menée dans une zone située à proximité d'un incinérateur d'ordures ménagères dans laquelle on avait constaté un niveau élevé de dioxines dans le sol (voir chap. 4.2.1) et un taux de cancers anormalement élevé (de 2 fois plus) parmi les habitants *Miyata et al.* 1998). L'étude a analysé des échantillons de sang sur des riverains vivant à moins de 2 km de l'incinérateur. Le niveau de dioxines était considérablement élevé en comparaison avec le niveau moyen que l'on avait constaté dans l'ensemble de la population. Par exemple, les femmes avaient un taux de 149 pg TEQ/g de lipides et les hommes de 81 pg TEQ/g. Les auteurs en ont conclu que le niveau élevé de contamination parmi les résidents était apparemment dû à l'inhalation directe de dioxines rejetées par les cheminées de l'incinérateur et à la consommation de légumes contaminés par les émissions.

A la suite de rapports sur les niveaux élevés de dioxines dans le lait de vache des fermes proches de Coalite Chemicals, dans le Derbyshire (Royaume-Uni) où un incinérateur était en activité avant 1991 (voir également le chap. 4.2.2), une étude a été menée sur les niveaux de dioxines dans le sang de 10 habitants des fermes (*Startin et al.* 1994) Les résultats ont révélé un niveau élevé de dioxines dans le sang chez tous les riverains. Le niveau a été comparé aux statistiques disponibles sur le niveau de base de dioxine de la population allemande étant donné qu'il n'y avait pas de mesures significatives disponibles pour le Royaume-Uni. Trois des riverains avaient une teneur (49,85 et 95 pg TEG/g de

lipide) qui était tout juste au-dessus ou à la limite supérieure de l'échelle moyenne de contamination, et les 7 résidants restants avaient des niveaux (137-291 pg TEG/g de lipide) très nettement supérieurs au niveau de base.

Hodke et al. ont analysé le niveau de PCB dans le sang chez 348 enfants de 7 à 10 ans vivant près d'un incinérateur de déchets dangereux en Allemagne. Les résultats ont été comparés à ceux d'un groupe d'enfants vivant dans une région au niveau de pollution industrielle similaire ainsi qu'à un groupe d'enfants vivant dans une région peu touchée par la pollution industrielle. Parmi ceux qui vivaient à proximité de l'incinérateur de déchets dangereux, du PCB 170 et du PCB 180 étaient présents en doses nettement élevées, tandis que du PCB 183 et du PCB 187 ont été détectés avec des fréquences plus élevées que parmi le groupe d'enfants vivant dans la zone peu touchée par la pollution industrielle. Selon l'étude, bien que les résultats ne puissent être perçus que comme une comparaison régionale des trois groupes et que les effets soient minimes, les résultats indiquent un schéma régional de contamination plausible.

Deux autres études menées en Europe n'ont pas constaté d'augmentation du niveau de dioxines parmi les personnes riveraines d'incinérateurs. Demi *et al.* (1996) ont prélevé du sang sur 39 personnes et du lait maternel sur 7 personnes vivants à proximité d'un incinérateur d'ordures ménagères en 1993 en Allemagne. L'étude a montré qu'il n'y avait aucune indication d'accroissement du niveau de dioxines parmi les riverains. Les niveaux de dioxines dans le sang (soit 17.0 ppt TEQ base lipidique, entre 5.2 et 34.5 ppt TEQ base lipidique) et le lait maternel (soit 12,4 ppt TEQ base lipidique, entre 6 et 19 ppt TEQ base lipidique) des riverains n'étaient pas particulièrement différents du niveau de base de la population allemande (entre 10 et 48 ppt TEQ dans le sang et 30 ppt TEQ de lipides dans le lait maternel).

De même, une étude sur l'exposition d'un nombre limité de riverains (cinq) d'un incinérateur à Duiven, aux Pays-Bas, n'a pas constaté de niveaux particulièrement élevés dans leur sang (van den Hazel et Frankort 1996). Cette étude a été menée spécifiquement pour mesurer d'éventuels niveaux accrus de congénères de dioxines du fait de l'exposition potentielle à des envols de cendres volantes provenant du centre de stockage proche de l'incinérateur. Les taux de dioxines dans le sang des riverains (en moyenne 31.4 ppt TEQ base lipidique) étaient comparables aux niveaux mesurés parmi un groupe témoin de 5 individus choisis parmi la population hollandaise (soit 33.8 ppt TEQ base lipidique). En outre, l'étude n'a pas constaté de niveau accru d'un congénère particulier de dioxines dans le sang des riverains.

3.1.2 Les métaux lourds

Une seule étude a pu être recensée dans les textes scientifiques sur l'exposition aux métaux lourds des riverains d'incinérateurs. Kurttio *et al.* (1998) ont étudié les évolutions de niveaux de mercure entre 1984 et 1994 dans les cheveux de 113 individus vivant à proximité d'un incinérateur de déchets dangereux en Finlande. On a constaté une augmentation de la concentration de mercure parmi les travailleurs du site (voir chap. 2.1.3) et une baisse du niveau parmi les riverains au fur et à mesure que l'on s'en éloignait.

Par exemple, le niveau avait augmenté de 0,16 mg/kg parmi les riverains vivant de 1,5 à 2 km (groupe fortement exposé) du site, de 0,13 mg/kg chez les personnes éloignées de 2,5 à 3,7 km (groupe moyennement exposé) et de 3,03 mg/kg chez les personnes vivant à environ 5 km (groupe faiblement exposé). Les résultats ont montré que l'incinérateur était la source probable de contamination des riverains. La contamination était très probablement due à l'inhalation et éventuellement à la consommation de l'eau du puits et des légumes locaux. Les auteurs en ont conclu que l'augmentation de la concentration de mercure chez les riverains était faible à long terme et que, d'après les connaissances actuelles, elle ne constituait pas de menace sanitaire.

3.1.3 LES MARQUEURS BIOLOGIQUES

L'usage de marqueurs biologiques dans les études épidémiologiques s'est établi sur la considération que les effets biologiques précoces d'une exposition toxique (c'est-à-dire les marqueurs biologiques) sont plus fréquents et plus faciles à détecter sur une population potentiellement exposée que la maladie clinique elle-même.

Une étude menée sur un incinérateur récemment construit en Espagne a comparé des enfants vivant dans son voisinage à des enfants vivants en dehors de la zone d'influence de l'incinérateur en utilisant les thioéthers urinaires comme marqueur biologique (Ardevol *et al.* 1999). Le choix des thioéthers se justifie par le fait que, lorsque des composés électrophiles tels que les HAP sont évacués du corps, on peut en détecter les résidus métaboliques sous la forme de thioéthers dans l'urine. Les composés électrophiles sont généralement des mutagènes puissants et des composés cancérigènes.

L'étude a supposé l'éventuelle contribution des rejets de l'incinérateur sur les thioéthers urinaires mesurés chez les enfants âgés de 7 à 10 ans en 1997. Le choix d'étudier des enfants plutôt que des adultes élimine d'autres effets éventuels sur la santé qui pourraient interférer dans les résultats de l'enquête, comme le tabagisme ou d'autres répercussions sanitaires liées au mode de vie. L'étude a montré que la quantité de thioéthers urinaires dans l'urine des enfants riverains de l'incinérateur était plus élevée que chez le groupe d'enfants vivant plus loin, bien que le résultat ne soit pas statistiquement représentatif.

L'étude a également constaté que le taux de thioéthers urinaires était sensiblement plus élevé dans les deux groupes parmi les enfants dont les parents fumaient. Par ailleurs, chez les enfants dont les deux parents fumaient à la maison, il y avait une quantité nettement plus importante de thioéthers dans le groupe d'enfants vivant près de l'incinérateur que dans l'autre groupe. Il est possible que cet effet soit causé par une exposition plus forte à la fumée de tabac chez ces enfants. Cela pourrait être également dû à l'addition de l'exposition à la fumée de tabac et aux rejets de l'incinérateur. Dans le cas des rejets provenant des incinérateurs, les plus grandes quantités de thioéthers dans l'urine des enfants pourraient avoir été provoquées par l'exposition aux HAP, et éventuellement aux dioxines.

3.2 Impacts sanitaires - études épidémiologiques

La majorité des études épidémiologiques sur la santé des populations riveraines d'incinérateurs est basée soit sur la fréquence des cancers, soit sur celle des symptômes respiratoires. En outre, une autre étude a recherché d'autres effets potentiels parmi lesquels les anomalies congénitales ou les changements dans la répartition des sexes. En comparaison de l'usage répandu des incinérateurs à l'échelle mondiale, le nombre des études qui se sont penchées sur les effets sanitaires parmi les riverains de ces sites est faible.

3.2.1. Cancers

Certaines substances émises par les fumées d'incinérateurs, telles que le cadmium, les HAP, et la dioxine (TCDD), ont été classées cancérigènes pour l'homme (ou cancérigènes probables par l'Agence Internationale pour la Recherche sur le Cancer (McGregor *et al.* 1998, voir Elliot *et al.* 1996). Un grand nombre d'études ont été menées sur la fréquence du cancer parmi les populations vivant à proximité des incinérateurs ou d'autres sites industriels. La majorité de ces études ont trouvé un lien entre les taux élevés de cancers et le fait de vivre à proximité d'un incinérateur ou d'autres sites industriels, y compris chez les enfants. La plupart du temps, les recherches faites dans ces domaines doivent analyser l'exposition aux matières rejetées par les incinérateurs sur plusieurs années parce que le temps de développement (la période de latence) est longue pour de nombreux types de cancers.

Le sarcome des tissus (STM) mous et le lymphome non hodkinien (LNH)

Une étude faite dans le département du Doubs, dans l'est de la France, fut menée pour étudier les agrégats de deux types de cancer, le sarcome des tissus mous et le lymphome non hodkinien, proche d'un incinérateur d'OM (Viel *et al.* 2000). L'étude a été menée après que d'importantes émissions de dioxines provenant de l'incinérateur aient été reportées. L'étude a découvert des agrégats significatifs des deux types de cancers dans des zones proches de l'incinérateur mais pas dans d'autres régions avoisinantes.

Dans un communiqué de presse de 1998, le Ministre français de l'Environnement a révélé que les taux de dioxines rejetées étaient supérieurs à 10 ng I-TEQ/m³ pour 71 incinérateurs d'OM. Un de ces incinérateurs, à Besançon, émettait 16,3 ng I-TEQ/m³ de dioxines. Un certain nombre de cancers s'étaient déclarés dans la zone proche de cet incinérateur et cela a donné l'occasion pour les chercheurs d'étudier l'incidence du cancer dans la région. Le sarcome des tissus mous et le lymphome non hodkinien ont été choisis pour la recherche parce que les travaux précédents avaient suggéré que les dioxines augmentaient la probabilité de contracter ces cancers. L'incinérateur était opérationnel depuis 1971.

L'étude a divisé la région du Doubs en 26 zones (ou unités statistiques) pour les besoins de l'analyse. Pendant la période s'étendant de 1980 à 1995, 110 cas de sarcome des tissus mous et 803 cas de lymphome non hodkinien ont été recensés. L'analyse a montré que des agrégats statistiquement significatifs pouvaient être établis dans 2 des 26 zones : Besançon et Audeux qui étaient les plus proches de l'incinérateur. Il y avait une augmentation de 44% des cas de sarcome des tissus mous et de 27% des cas de lymphome non hodkinien. Aucun autre agrégat n'a pu être mise en évidence dans les 20 zones restantes. Des facteurs potentiels de confusion tels que le statut socio-économique ou l'urbanisation n'ont pas été jugés propres à fausser les résultats. Par ailleurs, afin de s'assurer que la distance par rapport aux centres sanitaires ne fausse pas les résultats (c'est-à-dire la proximité et l'accessibilité aux centres de soins spécialisés qui peut augmenter le dépistage des cas de cancers), l'étude a également pris en compte la fréquence de la maladie de Hodgkin comme cancer de contrôle. La maladie de Hodgkin est un cancer qui n'est pas associé à l'exposition à la dioxine. L'étude n'a trouvé aucun agrégat de lymphome hodkinien dans toute la zone de recherche. Les auteurs en ont conclu que les fréquences de sarcome des tissus mous et de lymphome non hodkinien près de l'incinérateur n'étaient pas à mettre sur le compte de la présence de l'hôpital universitaire dans la zone de Besançon-Audeux.

En conclusion, les auteurs ont constaté que les découvertes d'agrégats de sarcome des tissus mous et de lymphome non hodkinien à proximité de l'incinérateur étaient remarquablement significatives. Cependant, ils ont estimé qu'avant d'attribuer les agrégats de ces deux cancers aux rejets de dioxine par l'incinérateur, il faudrait confirmer ce constat par des recherches plus approfondies. Si la dioxine est responsable, il reste à déterminer la voie d'exposition chez les riverains.

Le cancer du poumon

Une étude a été menée à Trieste, une ville industrielle du nord de l'Italie, pour évaluer l'impact de la pollution atmosphérique issue de sources déterminées (le chantier naval, la fonderie, l'incinérateur et le centre-ville) sur le cancer du poumon (Biggeri *et al.* 1996). Elle a constaté que tous les types de cancers du poumon étaient accrus à la fois par la proximité de l'incinérateur et par celle du centre-ville.

La méthode employée dans cette étude consistait à identifier les sujets qui étaient décédés d'un cancer du poumon dans la région, et, par la suite, à identifier des individus témoins décédés pendant la même période mais ni du cancer ni d'une autre maladie des poumons. On a identifié un total de 755 hommes décédés du cancer du poumon entre 1979 et 1981 ou entre 1985 et 1986. Les deux périodes prises en compte ont été choisies pour couvrir une période étendue tout en limitant les coûts de l'étude. L'analyse des résultats a tenu compte des facteurs propres à fausser les résultats comme le tabagisme,

l'âge, la probabilité de l'exposition aux substances cancérigènes sur le lieu de travail, et le niveau approximatif des particules dans l'air.

Les résultats de l'étude ont montré qu'il y avait un accroissement significatif de la probabilité de décéder de tous les types de cancer du poumon parmi la population riveraine de l'incinérateur. La probabilité de décéder d'un cancer du poumon pour les riverains vivant à une courte distance de l'incinérateur était de 6,7 fois plus élevée que pour ceux qui vivaient dans d'autres secteurs. Indépendamment de cela, la proximité du centre-ville était également associée à une plus grande probabilité de mourir du cancer du poumon (2,2 fois plus dans le centre-ville). Cette étude a confirmé les résultats d'une étude préalable à Trieste, qui avait également identifié un accroissement de la probabilité de cancer du poumon dans le voisinage de l'incinérateur (*Babone et al.* 1994). Certains facteurs pouvant fausser les résultats tels que le temps passé à l'adresse où le décès s'est manifesté (c'est-à-dire, un éventuel changement de résidence) n'ont pu être exclus. L'étude a conclu que les résultats apportaient une preuve supplémentaire que la pollution atmosphérique était un facteur contribuant modérément au cancer du poumon et que cela concordait avec l'hypothèse d'un impact sanitaire propre au fait de résider à proximité de l'incinérateur et du centre-ville.

Le cancer du larynx

Une enquête sur les taux de cancer aux environs d'un incinérateur de solvants et d'huiles à Charnock Richard, dans le Lancashire (Royaume-Uni) a été menée vers la fin des années 1980 par le gouvernement local. Les analyses statistiques des résultats ont révélé un taux significatif de cancers du larynx à proximité de l'incinérateur, qui décroissait à mesure que l'on s'éloignait de l'incinérateur (*Diggle et al.* 1990). A la suite de ce rapport, une autre étude a été menée pour rechercher l'incidence du cancer du larynx à proximité de cet incinérateur et sur neuf autres incinérateurs comparables au Royaume-Uni qui avaient commencé à fonctionner avant 1979 (*Elliot et al.* 1992). Cette étude n'a pas constaté d'excès de cancers du larynx ou du poumon jusqu'à 10 km autour des incinérateurs quand les périodes de latence (entre le démarrage de l'incinérateur et les premiers cas de cancer) de 5 ou 10 ans étaient passées. Par conséquent, l'étude en a conclu que les pics apparents de cas de cancers du larynx à Charnock Richard, dans le Lancashire, n'étaient probablement pas dus à l'incinérateur. Cependant, on a reconnu plusieurs limites aux données utilisées dans cette étude. Par exemple, la période de latence de 5 ou 10 ans pour le développement du cancer du larynx est courte si l'on considère l'épidémiologie des tumeurs solides. Une étude sur les ouvriers exposés au gaz moutarde (phosgène) a par exemple montré que le cancer du larynx n'était mis en évidence qu'après un suivi d'au moins 10 ans depuis la première embauche et une autre étude a révélé qu'une mortalité excessive due au cancer du larynx parmi les ouvriers exposés à la dioxine n'apparaissait qu'après 20 ans.

Une étude plus récente, portant sur l'incidence de divers cancers parmi la population riveraine d'un incinérateur, d'un dépôt d'ordures et d'une raffinerie pétrolière en activité à Rome depuis le début des années 1960, a constaté une probabilité élevée de décès par le cancer du larynx (*Michelozzi et al.* 1998). L'étude a été menée suite aux préoccupations pour la santé des populations avoisinantes affectées par les pollutions industrielles. Elle n'a pas constaté d'excès de cancers du foie et du poumon ou de cancers lymphohématiques. Par contre, un accroissement perceptible du cancer du larynx fut mis en évidence pour les populations situées entre 0 et 3 et entre 3 et 8 kilomètres des industries, même si le résultat n'était pas statistiquement significatif. Cependant, les auteurs ont supposé qu'il pouvait y avoir un lien entre les émissions provenant des industries et le cancer du larynx étant donné que le taux de ce cancer diminuait sensiblement à mesure que l'on s'éloignait des industries. L'étude a trouvé cela intéressant parce que les résultats tirés des autres études sur la fréquence du cancer dans le voisinage de ces industries se contredisaient. On en a conclu que les résultats concernant le cancer du larynx reposaient sur un nombre limité de cas, et que d'autres études seraient nécessaires afin de déterminer si la présence de raffineries ou d'incinérateurs constituait effectivement un facteur d'augmentation de la probabilité de contracter cette maladie parmi la population de riverains.

Le cancer du foie et autres cancers

Une étude a été menée sur la fréquence de cancers parmi les personnes riveraines d'incinérateurs en Grande-Bretagne comme conséquence de la proximité de ces sites (Elliot *et al.* 1996). L'étude a mis en évidence un taux significatif de cancer du foie parmi les riverains.

L'étude a analysé le taux de cancers parmi 14 millions d'habitants vivant dans un rayon de 7,5 km autour de 72 incinérateurs d'ordures ménagères. Les données sur la fréquence du cancer parmi les riverains entre 1974 et 1987 ont été rassemblées en utilisant la méthode nationale d'enregistrement du cancer. Les taux d'incidence du cancer parmi les populations riveraines d'incinérateurs ont été comparés à la moyenne nationale afin de déterminer s'il y avait un taux plus élevé de cas de cancers par rapport aux résultats escomptés. Les résultats ont montré qu'il y avait un excès significatif de tous les types de cancers confondus et, particulièrement, du cancer de l'estomac, du cancer colorectal et des cancers du foie et du poumon, parmi les populations vivant dans un rayon de 7,5 km autour des incinérateurs. La fréquence des cas de cancer baissait à mesure que la distance par rapport aux incinérateurs augmentait. La probabilité la plus élevée de contracter le cancer était le cancer du foie, pour lequel le taux était de 37% plus élevé sur un rayon d'1 km autour des incinérateurs comparé à la moyenne nationale. Par contre, une analyse plus poussée des données a montré que l'élévation du nombre de cas de tous les cancers confondus ainsi que des cancers de l'estomac et du poumon était probablement due à un facteur biaisant, la précarité sociale dans le cas présent. La précarité sociale tend à être élevée dans les zones polluées et favorise un fort taux de maladies. Concernant le cancer du foie, on a remarqué que la précarité sociale pouvait contribuer au moins en partie à augmenter les chances de contracter cette maladie comme il a été observé dans l'étude. On a également constaté des erreurs dans le diagnostic des premiers symptômes du cancer du foie en raison de tumeurs du foie secondaires (c.à.d. des tumeurs provenant en grande partie d'autres types de tumeurs primaires). L'étude en a conclu qu'un approfondissement des recherches serait nécessaire afin de pouvoir confirmer s'il y avait ou non un excès de cancers primaires du foie dans le voisinage des incinérateurs. Des travaux ont été poursuivis sur le diagnostic du cancer du foie dans cette étude (Elliot *et al.* 2000). Ils ont également permis de constater un accroissement du taux du cancer du foie parmi les riverains des incinérateurs.

L'étude initiale (Elliot *et al.* 1996) a utilisé des informations tirées à partir de certificats de décès. Pour une analyse plus poussée des données, la deuxième étude (Elliot *et al.* 2000) comprenait un passage en revue des relevés histologiques et des dossiers médicaux afin de clarifier si les cancers du foie étaient des cancers primaires ou secondaires. Sur les 235 cas originaux de cancers du foie recensés sur les certificats, un réexamen de 119 cas (51%) a été effectué. Le cancer du foie primaire était confirmé à 55% des cas et les cancers secondaires à 18%. Si l'on utilise ces cas pour recalculer l'impact du cancer du foie lors de la première étude, l'excès de 37% des cas de cancers du foie (23 cas) recensés dans la première étude diminue à 12,6 cas, ou à 18,8 cas si l'on exclut seulement les cancers secondaires confirmés. Ce qui se traduit par 0,53 et 0,78 cas supplémentaires sur 1.000.000 cas annuels (soit une probabilité de contracter un cancer du foie accrue de 20 à 30% dans un rayon de 1 km d'un incinérateur d'OM). L'étude en a conclu que l'excès exact devrait se situer entre ces deux chiffres. On n'a pas pu exclure l'éventualité d'un biais provenant de la précarité sociale dans les résultats. Elliot *et al.* (2000) ont commenté que si l'observation d'excès de cancers du foie dans cette étude et la précédente était due au voisinage des incinérateurs d'OM, alors les résultats reflétaient des schémas d'exposition historique autour de ces installations.

Le cancer précoce chez les enfants

Une analyse de Knox (2000), utilisant les données relevées sur des incinérateurs d'OM par l'étude initiale d'Elliot *et al.* (1996 - voir ci-dessus), a été récemment publiée pour déterminer si la probabilité de contracter le cancer chez les enfants augmentait à proximité des incinérateurs. L'étude a porté sur l'occurrence du cancer chez les enfants proches de 70 incinérateurs d'ordures ménagères entre 1974 et 1987 et 307 incinérateurs de déchets hospitaliers entre 1953 et 1980. La période de latence du cancer chez les enfants est courte ; ce qui minimise les problèmes dus aux périodes de latence plus prolongées des cancers chez les adultes rencontrés par Elliott *et al.* dans son étude « tous âges

confondus ». L'analyse a utilisé une méthode sensible, développée depuis peu, pouvant tenir compte de l'éloignement du lieu de naissance des enfants par rapport à un incinérateur ainsi que du lieu de décès, s'il était différent. L'étude a constaté un taux élevé de cancers chez les enfants nés à proximité des incinérateurs.

La phase initiale de la vie est généralement la plus vulnérable face aux agressions toxiques. C'est pourquoi l'exposition aux substances toxiques du fœtus en développement dans l'utérus et aux premiers stades de la vie pourrait aboutir à un risque plus élevé d'effets négatifs sur la santé, tels que le cancer, que dans les années ultérieures. D'après l'étude de Knox (2000), si l'exposition aux substances toxiques au voisinage d'un incinérateur, durant les premières années de la vie, provoquait une augmentation des risques de cancer, il y aurait donc une corrélation plus forte par rapport au lieu de naissance que par rapport au lieu du décès.

Les résultats de l'analyse ont en effet montré un excès statistiquement significatif de déménagements du lieu de naissance lorsque celui était situé dans un rayon de 5 km autour d'un site. L'exposition aux incinérateurs sur le lieu de naissance ainsi que pendant la première phase de développement a été associée à une probabilité de contracter un cancer plus élevée que l'exposition sur le lieu de décès ou dans les années intermédiaires. Parmi les enfants nés dans un rayon de 5 km autour d'un incinérateur d'OM, la probabilité de mourir d'un cancer était multipliée par 2.

Ces résultats concordent également avec des recherches précédentes qui avaient constaté une probabilité élevée de cancers chez les enfants nés à faible distance d'un incinérateur de déchets hospitaliers, de sources de combustion à grande échelle et haute température, ou d'installations émettant des composés organiques volatiles (COV) (Knox et Gilman 1998). L'excès de leucémies et de tumeurs solides en tous genres était similaire à celui constaté dans l'étude de Knox (2000) sur le cancer chez les enfants riverains d'incinérateurs d'OM. On a également constaté ce phénomène dans des études précédentes sur la fréquence du cancer précoce à proximité des sites industriels et sur l'exposition prénatale aux radiations médicales. On s'attend à de tels résultats pour les agents et produits chimiques qui accèdent de manière systémique (c-à-d par la circulation) jusqu'à l'ADN ou l'ARN dans tous les types de cellules fœtales (Knox 2000).

L'étude menée par Knox et Gilman (1998) sur la fréquence des cancers précoces à proximité d'un grand nombre d'industries diverses a conclu qu'il y avait un accroissement sensible des taux de cancer parmi les enfants nés près d'un incinérateur de déchets hospitaliers, d'autres sources de combustion ou d'industries émettant des COV. Il a été conclu à partir de ces résultats que les sources toxiques multiples étaient responsables d'un certain nombre de cancers débutant à la naissance ou pendant la période prénatale (fœtale). Ces effets sur l'individu en période de croissance sont probablement causés par divers COV et des produits de combustion. En considérant uniquement l'incinération des déchets, la concordance des résultats du cancer précoce avec la proximité des incinérateurs de déchets ménagers et hospitaliers (Knox et Gilman 1998) suggère l'incidence directe de la proximité des incinérateurs sur le cancer précoce. Knox a cependant remarqué qu'il était difficile d'affirmer si les cancers apparemment dus aux risques sanitaires du fait de la proximité d'un incinérateur pourraient également provenir d'autres facteurs dans l'environnement. Les incinérateurs les plus "toxiques" dans l'étude étaient proches de sources industrielles du type de celles prises en compte dans les études précédentes. Pour cela, la conclusion générale de l'étude consistait à dire que l'accroissement de la probabilité du cancer précoce résultait du voisinage de sites de combustion à grande échelle parmi lesquels les incinérateurs n'étaient qu'un élément (Knox 2000).

3.2.2 Les effets respiratoires

Les incinérateurs, en particulier les fours de cimenterie, émettent des quantités considérables de SO₂ et de NO₂. On sait que l'exposition prolongée à ces substances a un impact négatif sur la santé respiratoire (voir p. Ex. Ayres 1998). De même, les incinérateurs émettent de fines particules et beaucoup d'études ont montré que l'exposition à long terme à ces particules était liée aux effets

négatifs sur les symptômes respiratoires (voir plus loin l'appendice A). Malgré l'impact négatif de substances, que l'on sait provenir des incinérateurs, sur la santé respiratoire, il n'y a eu qu'un nombre limité d'études épidémiologiques sur les effets respiratoires sur les individus riverains des incinérateurs. Parmi les différents travaux entrepris, certaines études ont laissé supposer qu'il y avait un impact négatif sur la santé respiratoire tandis que d'autres n'ont vu aucun lien.

Une ancienne étude de Zmirou (1984) a montré qu'il y avait une augmentation de l'usage des médicaments pour des maladies respiratoires parmi les riverains vivant près d'un incinérateur d'OM dans un village français. L'étude a constaté que l'on consommait nettement plus de médicaments pour les problèmes respiratoires tels que les bronchodilatateurs, les expectorants ou des médicaments contre la toux dans les zones les plus proches de l'incinérateur. Les chercheurs ont souligné qu'il n'était pas possible d'en déduire une relation de cause à effet à partir de cette étude, mais a établi que l'observation faite par l'étude soulevait l'hypothèse selon laquelle la pollution générée par l'incinérateur pourrait aggraver des problèmes respiratoires.

Près d'un incinérateur d'ordure à l'ouest de la Caroline du Nord (USA), une enquête sur la santé des riverains a été menée d'après les rapports de maladie et de symptômes neurologiques parmi les employés du site (ATSDR 1993). Après une rectification corrigeant les facteurs pouvant induire en erreur tels que l'âge, le sexe et le tabagisme, l'étude a révélé une augmentation significative des symptômes respiratoires. Par exemple, les riverains des incinérateurs étaient presque neuf fois plus sujets à l'asthme ou à la toux que les personnes plus éloignées du site, et il y avait presque deux fois plus de chances de recenser d'autres symptômes respiratoires. En outre, les cas de douleurs de poitrine, d'affaiblissement de la coordination, de vertiges et de symptômes d'irritation étaient nettement élevés. Par contre, on n'a noté aucune différence entre les deux groupes concernant l'importance des maladies diagnostiquées par un médecin et sur les entrées à l'hôpital suite à ces maladies. Bien que cette étude ait constaté une augmentation de symptômes respiratoires parmi les riverains d'un incinérateur, il y a, d'après un examen de cette étude par le NRC (2000), plusieurs facteurs concernant l'étude qui limitent l'interprétation des résultats. Par exemple, la nature rétrospective de cette étude (l'incinérateur a opéré de 1977 et 1988 et l'étude n'a pas été menée avant 1991), et la publicité hostile avant la fermeture de l'incinérateur. Le NRC a commenté que la fiabilité de l'étude était limitée concernant l'évaluation des effets de l'exposition aux incinérateurs.

Une étude à Taiwan a analysé la santé respiratoire des enfants vivant à proximité d'un incinérateur pour la valorisation de câbles usés et a établi un lien avec les effets négatifs sur les fonctions pulmonaires (Wang *et al.* 1992). L'étude s'est penchée sur 86 enfants de l'école primaire et a comparé les résultats avec ceux d'un groupe de contrôle de 92 enfants issus d'une ville "non polluée". La pollution atmosphérique dans les zones autour des incinérateurs, qui se mesure par les niveaux de SO₂ et de NO₂, était nettement plus élevée que dans les autres régions. Les questionnaires soumis aux enfants n'ont pas relevé de différences sur les symptômes respiratoires. Cependant, un volume expiratoire forcé en 1 seconde (FEV₁) anormal, un outil de mesure de la fonction pulmonaire, était nettement plus élevé dans le groupe proche de l'incinérateur (17,5%) que dans le groupe de référence (3,2%). D'autres tests sur les fonctions respiratoires sur 26 enfants de chaque groupe ont révélé des résultats positifs au test métacholine sur 9 enfants du groupe de l'incinérateur mais seulement sur 1 du groupe témoin. Les auteurs ont conclu de ces résultats que le niveau élevé de pollution atmosphérique auquel étaient exposés les enfants vivant près de l'incinérateur était directement lié à un effet préjudiciable sur les fonctions respiratoires. Un rapport sur cette étude du NRC (2000) a noté que cette étude montrait de fortes concentrations de polluants atmosphériques affectant le système respiratoire des enfants, mais ne permettait aucune conclusion directe sur la contribution des incinérateurs aux effets sanitaires observés par rapport aux autres sources polluantes.

Aux Etats-Unis, il est devenu courant d'utiliser les déchets toxiques comme un carburant pour obtenir de hautes températures dans les fours de cimenterie. Une étude menée sur des fours de cimenterie fonctionnant à Midlothian, dans le Texas, a relevé une augmentation significative des cas de symptômes respiratoires parmi un groupe de riverains comparé aux habitants vivant plus loin (Legato *et al.* - 1998). Des évaluations sur les risques, basées sur des mesures des émissions des incinérateurs

relevés entre 1997 et 1998 dans le secteur, ont reporté qu'il n'y avait pas de danger pour la santé humaine provenant des fours de cimenterie (voir *Legator et al.* - 1998). Par ailleurs, une étude du Département des affaires sanitaires de la région datant de 1992 a conclu "*qu'il ne semblait apparaître aucun phénomène de maladie ou de symptômes qui pourrait donner l'indication ... d'un problème sanitaire ayant une source commune parmi ceux qui ont répondu à l'enquête*".

Pourtant, une analyse approfondie des deux éléments de recherche ci-dessus ont conclu qu'il y a eu des faiblesses, des failles et des contradictions dans la méthodologie des études. Depuis, Legator et al. (1998) ont mené des recherches afin d'identifier si l'exposition des riverains aux substances polluantes des fours de cimenterie engendrait des effets négatifs pour la santé.

Un échantillon de 58 individus vivant près d'incinérateurs choisis au hasard a été sélectionné et prié de participer à un entretien basé sur un questionnaire approfondi sur la santé. Les résultats ont été comparés à un groupe témoin de 54 individus vivant à une plus grande distance des incinérateurs. L'étude a montré qu'aucun domaine sanitaire ne semblait avoir été particulièrement touché à l'exception du domaine respiratoire. La population vivant près des incinérateurs présentait une fréquence nettement plus élevée de symptômes respiratoires ($p = 0.002$) que chez le groupe de référence. Tous les symptômes respiratoires inclus dans le questionnaire, à l'exception de la pneumonie, ont été mentionnés, incluant les maladies du poumon, l'asthme, l'emphysème, la toux persistante et la bronchite. L'étude n'a pas été sujette aux limitations pouvant freiner les études de cette nature tels que les biais dans le compte rendu des questionnaires. En plus, la population de référence était plus âgée que celle vivant près de l'incinérateur, et les personnes âgées étant plus sensibles à l'effet des produits chimiques, il est probable que l'impact sur la population exposée à l'incinérateur ait été sous-estimée. L'étude en a conclu que les résultats confirmaient les informations selon lesquelles les personnes exposées à la pollution atmosphérique générée par les incinérateurs accroissaient leur prédisposition aux symptômes respiratoires.

Gray et al. (1994) ont mené une étude sur l'incidence de l'asthme sur deux groupes d'enfants vivant près d'un incinérateur de boues d'épuration à Sydney (Australie). Les maladies respiratoires ont été recensés au moyen d'un questionnaire, et divers tests physiologiques, y compris les tests sur les fonctions respiratoires y ont été menés. L'étude n'a pas révélé plus d'effets sur la prépondérance ou la sévérité de l'asthme chez les enfants par rapport à un groupe d'enfants vivant dans une autre région de Sydney. En outre, aucune différence n'a été relevée sur les fonctions respiratoires. Les mesures de SO_x, de NO_x, de sulfure d'hydrogène, d'ozone (O₃) et de particules n'ont pas détecté de différences significatives entre l'incinérateur et les secteurs éloignées. L'étude en a conclu que les rejets des incinérateurs de boues d'épuration à température élevée ne semblait pas avoir d'impact significatif sur l'asthme chez les enfants.

Une étude faite aux USA n'a pas non plus trouvé de différences significatives dans les niveaux de pollution atmosphérique ou sur la santé respiratoire dans les communautés proches de trois incinérateurs de déchets entre 1992 et 1994 (*Shy et al.* 1995). L'étude a été menée sur trois communautés riveraines respectivement d'un incinérateur de déchets municipaux, d'un incinérateur de déchets médicaux et d'un incinérateur de déchets dangereux en Caroline du Nord, et trois autres situées à plus de 3 km des incinérateurs. L'étude s'était penchée simultanément sur la qualité de l'air dans ces communes et sur les effets sanitaires sur les individus.

Au total, 6963 personnes ont participé à un sondage téléphonique sur la santé respiratoire sur 3 années et de 100 à 144 individus par communauté et par an ont participé à des tests sur les fonctions respiratoires. Shy et al. (1995) ont rendu compte des résultats pour la première année de l'étude de trois ans. L'étude n'a pas trouvé de différence significative de concentration de particules (PM10) dans les communautés proches des incinérateurs par rapport aux communautés témoins. On a calculé que les incinérateurs contribuaient à moins de 3% des émissions de particules mesurées dans ces communes, le reste provenant d'autres sources dans la région. Par contre, on a trouvé des niveaux élevés de particules de zinc, de plomb et de chlorure dans les communautés où se trouvait un incinérateur quand les vents provenaient de la direction des incinérateurs d'OM et de déchets

médicaux. L'étude a montré que si un composant chimique provenant d'un rejet d'incinérateur pouvait provoquer des effets respiratoires dans une communauté exposée, les mesures standards de pollution atmosphérique pourraient faillir à déceler des différences notables dans l'exposition des riverains.

En ce qui concerne la santé respiratoire, l'étude n'a pas relevé de différences notables dans les symptômes respiratoires entre les communautés avoisinant un incinérateur et celles qui en étaient éloignées. En outre, les résultats sur les fonctions pulmonaires de cette étude pour 1992 et 1993, en plus d'une autre étude plus approfondie sur le même aspect (*Lee et Shy 1999*) n'ont trouvé aucun lien de cause à effet entre les taux de particules (PM10) dans les communautés et les fonctions pulmonaires. Il n'y avait d'ailleurs apparemment pas de différences dans les fonctions pulmonaires entre les communautés proches d'un incinérateur et celles plus éloignées. Ceci contredit des études précédentes qui avaient relevé des effets respiratoires accrus avec l'augmentation du PM10 (voir l'appendice A). Les résultats divergents de cette étude pourraient être dus au fait que le niveau des particules était relativement bas en comparaison avec d'autres études et que donc il n'aurait pas été possible de détecter les effets sur les poumons même s'ils avaient existé (*Shy et al. 1995*).

Bien que l'étude ci-dessus (*Shy et al. 1995*) n'ait pas trouvé de lien entre le fait de vivre près d'un des trois incinérateurs et l'augmentation chronique et prononcée de symptômes respiratoires, il a été insisté sur le fait que l'étude présentait plusieurs limites. Par exemple, il y avait plus de tabagisme et de chauffage au kérosène dans les foyers des communautés de comparaison ; ce qui pourrait tendre à minimiser tous les effets respiratoires dans les communes pourvues d'un incinérateur. Un autre problème était également dû à l'erreur dans le classement des expositions aux polluants provenant des incinérateurs car les différentes sections de la communauté étaient probablement sujettes à différents niveaux de pollution dus aux dominantes du vent. On a noté que cela pouvait tendre à influencer vers un résultat neutralisant les effets sur la santé respiratoire. Des analyses ultérieures sur les résultats de la fonction respiratoire par *Lee et Shy (1999)* ont également reporté que l'étude était limitée par une carence d'informations sur les expositions aux rejets au cas par cas. Les auteurs ont souligné que le manque de liens entre le PM10 et la santé respiratoire dans l'étude devait être interprété prudemment parce que les estimations sur l'exposition basées sur le contrôle de l'air résultaient probablement d'erreurs de classification des niveaux réels d'exposition.

3.2.3 Le ratio sexuel

Chez l'être humain, le ratio homme/femme à la naissance devrait être théoriquement de 1: 1. Mais dans la réalité, il y a un léger excédent de garçons à la naissance. On peut attribuer cela à un certain nombre de facteurs comme l'âge des parents et la période d'insémination au cours du cycle (*Moller 1996*).

On a constaté que le ratio sexuel variait légèrement selon les pays. On a associé des ratios sexuels anormaux selon le milieu environnant, par exemple, on a constaté un excès de naissance de garçons chez les experts en fiscalité et les experts-comptables et un excès de filles chez les bibliothécaires et les métayers (voir *Williams et al. 1992*). Les mécanismes pouvant faire varier le ratio sexuel n'ont pas été clarifiés mais on a estimé que les influences hormonales pouvaient avoir un rôle.

Des études récentes ont constaté une proportion basse de naissances de garçons parmi la population globale du Danemark, des Pays-Bas, des USA, du Canada et chez les travailleurs des scieries qui étaient exposés à du trichlorophénate contaminé aux dioxines. On a supposé que ces distorsions du ratio sexuel pouvaient être dues à l'exposition à la pollution chimique. Il y a certaines preuves à cela grâce à des études sur des populations qui ont été exposées aux dioxines. Par exemple, une étude sur la population de Seveso, en Italie, qui a été exposée à un taux élevé de dioxines (TCDD) à la suite de l'explosion d'une fabrique d'herbicides en 1976, a étudié le ratio sexuel (*Mocarelli et al. 2000*). On a inclus dans cette étude des individus qui furent exposés au moment de l'accident, que ce soit les enfants ou les adultes, et qui ont eu ensuite des enfants. On a analysé l'exposition par l'analyse de

prélèvements sanguins pris à l'époque de l'accident et qui ont été conservés à froid. Les résultats ont montré que des niveaux élevés de dioxines dans le sang chez les pères ont augmenté la proportion de naissance de filles. La concentration dans le sang chez les pères à l'époque de l'accident était de 20 fois supérieure au niveau moyen de concentration de TCDD que l'on trouve habituellement chez les populations des pays industrialisés, bien que le niveau de TDDD ait redescendu au moment où les enfants ont été conçus. L'étude a montré que l'exposition des hommes au TCDD avant et pendant la puberté était liée au plus grand nombre de filles à la naissance. Cela montre que la puberté et la période qui la précède peuvent être pour les garçons des périodes très sensibles à l'exposition aux dioxines. Les hommes adultes au moment de l'exposition ont également été touchés. Partout, les statistiques ont montré que l'exposition des hommes au TCDD était liée à un ratio sexuel garçon/fille inéquitable, fait pouvant perdurer pendant des années après l'exposition.

Une étude a été menée sur les ratios sexuels parmi les populations vivant près des incinérateurs. Cette étude a porté sur les riverains vivant à proximité de deux incinérateurs en Ecosse (*Williams et al.* 1992). Pour mener à bien l'étude, la zone a été divisée en 16 secteurs différents (selon le code postal) incluant 6 secteurs plus éloignés des incinérateurs utilisés comme zone témoin pour l'analyse des résultats. Aucune différence n'a été remarquée dans le ratio sexuel des naissances parmi les habitants entre la zone potentiellement exposée (comprenant 3 secteurs) et la zone témoin. Cependant, quand on a analysé les secteurs individuellement, le secteur considéré comme étant le plus vulnérable à la pollution atmosphérique due aux incinérateurs présentait un net excédent de naissance de filles et un autre présentait un excédent de naissances de garçons bien que cela n'ait pas été statistiquement significatif. L'étude a laissé supposer que les rejets des incinérateurs tels que les hydrocarbures polychlorés, les dioxines et les pesticides, s'il y en avait, pourraient avoir affecté les ratios sexuels. Cependant, les auteurs ont pensé qu'il n'était pas possible d'attribuer la cause des excès de naissances de filles aux substances rejetées par les incinérateurs par cette seule étude et ont jugé nécessaire d'approfondir les recherches.

3.2.4 Les anomalies congénitales

Les recherches sur les populations vivant près des incinérateurs ont noté une incidence accrue d'anomalies congénitales. Une étude faite à Amsterdam a constaté une augmentation du nombre d'anomalies orofaciales et autres malformations du fœtus dans une commune située près d'un incinérateur destiné à l'incinération de produits chimiques à ciel ouvert. Une autre étude faite près d'un incinérateur en Belgique a constaté une prépondérance d'anomalies congénitales. Une autre étude portant sur la malformation des yeux n'a pas détecté d'augmentation près des incinérateurs.

Entre 1961 et 1969, un incinérateur avec une régulation défaillante procédait à l'incinération à ciel ouvert de déchets chimiques à Zeeburg (Amsterdam). Une analyse récente de données régionales a révélé une augmentation préoccupante de cas d'anomalies orofaciales chez les enfants nés après que l'incinération ait débuté (*ten Tusscher et al.* 2000). À titre de comparaison, on n'a pas noté d'augmentation d'anomalies orofaciales chez les bébés parmi les naissances dans une région qui n'était pas touchée par l'incinération de déchets. Par exemple, le taux moyen d'anomalies orofaciales à Zeeburg entre 1961 et 1969 était de 2,5 pour 1000 naissances alors qu'il était de 1,2 pour 1000 naissances dans la zone témoin. Au cours des années 1963 et 1964, l'incidence des anomalies congénitales à Zeeburg était respectivement de 5,1 et de 7,1 pour 1000 naissances. Les résultats enregistrés en 1963 et 1964 étaient sensiblement différents de ceux de la zone témoin.

Un grand nombre de femmes qui avaient donné naissance à des bébés présentant des anomalies orofaciales se trouvait dans un couloir situé juste dans la trajectoire du vent provenant de l'incinérateur. Il est connu que l'exposition aux produits chimiques peut être une cause d'anomalies orofaciales et il a été rappelé que les dioxines (TCDD) étaient réputées pour engendrer un des déchirures du palais chez les souris. Les auteurs ont conclu que bien que l'on ne puisse pas prouver de lien de cause à effet dans ce cas, il semblerait très probable qu'il y ait un lien entre les incinérateurs de substances chimiques à ciel ouvert et l'augmentation de cas d'anomalies orofaciales à Zeeburg.

(Amsterdam) entre 1960 et 1969. En plus, tout comme les anomalies orofaciales, la majorité des bébés nés à Zeeburg avec d'autres anomalies fœtales étaient nés dans la zone correspondant au couloir où passait le vent depuis l'incinérateur. Ces cas comprenaient des déficiences du système nerveux central (principalement la spina bifida) et des déficiences génitales (principalement l'hypospadié).

On a découvert un foyer d'anomalies congénitales parmi les habitants de la région de Wilrijk, en Belgique, à Neerland. Cela a soulevé des inquiétudes parmi la population locale. La zone est située entre deux incinérateurs de déchets municipaux, l'un à 1200 mètres de distance et l'autre à 800 mètres. Des recherches avaient montré auparavant que la région de Wilrijk comptait parmi les régions recevant la plus grande quantité de dioxines en Flandres. Cela était dû à l'incinération de déchets municipaux entre 1980 et 1996. À la suite des inquiétudes des habitants à propos du foyer d'anomalies congénitales, deux études sanitaires ont été commandées par le gouvernement et ont été menées entre 1997 et 1998. La première (*Verschaeve et Schoeters* 1998) a porté sur les dommages génétiques dans les chromosomes dans certains types de cellules sanguines (lymphocytes périphériques), et la seconde a porté sur la santé des enfants (*Aelvo et al.* 1998). Van Larebeke (2000) a récemment révisé ces études.

La première étude sur les dommages chromosomiques a comparé 24 enfants de la zone avec un groupe témoin de 20 enfants d'un autre secteur, dans la région d'Anvers. L'étude n'a détecté aucune différence dans les anomalies chromosomiques entre les deux groupes. Cependant, Van Larebeke (2000) a affirmé que s'il existait des différences génétiques, il fallait s'attendre à ce qu'elles soient de faible ampleur. L'étude n'était pas en mesure de détecter statistiquement de tels effets à une ampleur si basse. Il est donc possible que des effets aient bien eu lieu mais qu'ils n'aient pas pu être détectés dans l'étude. S'ils étaient présents, ces effets génétiques pourraient avoir un impact significatif sur la santé.

La seconde étude a évalué les problèmes de santé chez les enfants de Neerland. L'étude a constaté une incidence accrue de malformations congénitales chez les bébés de Neerland par rapport à l'ensemble de la Belgique, bien que le résultat n'ait pas une grande représentativité statistique. La probabilité de donner naissance à un bébé ayant une malformation congénitale était de 2,26 fois plus élevée chez les femmes de Neerland que chez l'ensemble des femmes flamandes. La proportion des bébés ayant une malformation congénitale nés à Neerland était plus élevée que celle des bébés nés dans la même clinique mais dont la famille résidait dans un autre endroit. La probabilité élevée d'avoir un bébé ayant une malformation congénitale semblait confinée aux enfants nés de parents qui ne résidaient pas depuis longtemps à Neerland.

En plus des anomalies congénitales, la deuxième étude a également analysé les capacités et la santé des enfants de Neerland à l'école par rapport aux autres enfants d'un secteur voisin et aux enfants flamands en général. Aucune différence n'a été relevée par rapport aux capacités scolaires. Par contre, les allergies et des périodes répétées de rhume banal ont sensiblement augmenté chez les enfants de Neerland en troisième année de maternelle, et les consultations pour des problèmes de santé en général étaient également plus fréquentes. À l'âge de 9 ans, à l'école primaire, il y avait une augmentation sensible d'allergies et d'usage de médicaments. La consommation de médicaments est considérée comme une mesure indirecte des problèmes de santé causés par la pollution.

Van Larebeke (2000) en a conclu dans le bilan de cette étude qu'une analyse plus profondément détaillée de l'état de santé chez les enfants du secteur de Neerland pourrait révéler d'autres effets sanitaires pouvant être liés à la pollution. Par exemple, les données sur l'exposition individuelle déterminées par les niveaux de dioxines dans le sang ont fait défaut dans l'étude ainsi que les données sur les effets biologiques pré-symptomatiques. On a considéré que les résultats présents étaient suffisamment indicatifs pour justifier des études ultérieures incluant ces points. Les deux incinérateurs ont fermé en novembre 1997 en raison du dépassement des émissions de dioxines par rapport aux normes et pour la protection de la santé publique (*Nouwen et al.* 1999).

Dans une réflexion sur l'incinération et la santé, Gatrell et Lovett (1989) ont commenté les découvertes sur les malformations congénitales des yeux chez les enfants nés à proximité des incinérateurs. Deux incinérateurs de déchets chimiques, en Ecosse, détenus par ReChem, ont fait l'objet d'enquêtes, publiées dans la presse nationale, sur les malformations congénitales des yeux chez les enfants nés à proximité de ces sites. Cependant, les études gouvernementales n'ont pas constaté de prédominance de malformation des yeux chez les enfants nés près de ces sites, ni d'un autre incinérateur de déchets chimiques de Rechem au Pays de Galles. L'exactitude de ces études gouvernementales a été cependant mise en cause parce que les statistiques sur les malformations des yeux qui avaient été utilisées avaient été prélevées par un système de volontariat et pas de façon systématique, et donc manqueraient de fiabilité. D'autres recherches menées à ce sujet par Gatrell et Lovett (1989) ont observé s'il y avait des augmentations de cas de malformations de l'œil près des incinérateurs en Angleterre et au Pays de Galles, mais n'ont trouvé aucun lien. Encore une fois, cette étude était limitée par la base de données sur les cas recensés de malformation des yeux.

3.2.5 Les grossesses multiples

On trouve divers résultats incomplets dans les écrits scientifiques à propos d'une éventuelle augmentation de grossesses multiples près des incinérateurs. Une première étude (Lloys *et al.* 1988) a étudié le taux de gémellité près de deux incinérateurs en Ecosse entre 1976 et 1983, en se penchant sur les anecdotes relatant des cas de taux élevés de naissances de jumeaux parmi les troupeaux de la région. Entre 1980 et 1983, l'étude a montré que les taux les plus élevés de naissances de jumeaux se trouvaient dans les régions réputées pour être les plus exposés aux rejets des incinérateurs. Les statistiques de 1980 étaient éloquentes. Des taux également élevés ont été également observés dans des régions sensées moins vulnérables entre 1976 et 1979. L'analyse des résultats a montré que la fin des années 1970 et le début des années 1980 formaient la période où la concentration des taux élevés de naissances de jumeaux était devenue évidente.

Entre la fin des années 70 et le début des années 80, le taux de jumelage parmi les troupeaux de la région s'est mis à augmenter considérablement. Lloyd *et al.* (1988) ont supposé que le taux élevé de gémellité chez le bétail et les êtres humains dans la région renforçait l'hypothèse selon laquelle la pollution atmosphérique pourrait avoir influencé les paramètres obstétricaux de la population locale chez les êtres humains comme chez les animaux. Cependant, tous les facteurs propres à fausser les résultats n'ayant pas pu être écartés, les auteurs ont souligné qu'il serait prématuré d'attribuer un lien de cause à effet entre la pollution issue des incinérateurs et la gémellité.

En plus de l'accroissement des jumeaux parmi le bétail, les éleveurs de la région avaient remarqué d'autres effets survenus sur le bétail tels que l'augmentation des malformations, des morts-nés et des décès inexplicables. Une étude ultérieure (*Rapport d'enquête de Lenihan*) n'a pourtant pas trouvé de lien entre les émissions des incinérateurs et les problèmes rencontrés parmi le bétail. (*citation de Petts 1992, Gatrell et Lovett 1989*).

Van Larebeke (2000) a noté que des données tirées d'une étude belge sur l'incinération et ses effets sanitaires (Voir ci-dessous le chap. 4.2.5) a montré que la probabilité d'obtenir une grossesse multiple augmentait (de 2,6 fois) chez les populations vivant au voisinage de deux incinérateurs d'ordures ménagères. Cependant, dans une autre étude, les statistiques sur les naissances de jumeaux en Suède entre 1973 et 1990 n'ont pas trouvé de taux plus élevé de gémellité à proximité des incinérateurs (Rydhstroim 1998). L'étude s'est servi d'une méthode qui lui permettait de comparer le nombre de naissances de jumeaux avant et après l'installation d'un incinérateur.

3.2.6 Les effets hormonaux

On a comparé les hormones thyroïdiennes présentes dans le sang des enfants vivant dans des communes industrielles et agricoles proches d'un incinérateur avec celles d'enfant vivant dans une région

industrielle et agricole dans une deuxième zone de comparaison (*Osius & Karmaus, 1998*). L'incinérateur était habilité à incinérer des déchets avec un fort taux de PCB (*Osius et al. 1999*). La première étude de 1998 a déterminé des thyroxines libres et des prélèvements sanguins contenant de la triiodothyronine libre chez 671 enfants entre 7 et 10 ans. Le niveau de thyroxine libre (FT4) dans le sang et, dans une moindre mesure, de triiodothyronine libre (FT3) étaient sensiblement plus bas chez les enfants vivant dans le secteur où l'incinérateur était en activité. Parmi ce groupe, on a également constaté une fréquence du niveau de FT3 en dessous de la référence clinique. Les niveaux moyens d'hormone thyroïdienne n'étaient cependant pas très différents. Les auteurs en ont conclu que leurs résultats, tout comme ceux de Holdke et al. (1998), (voir chap. 3.1.1.) laissent à penser que les enfants exposés à l'incinération des déchets toxiques dans la zone d'étude avaient un niveau plus bas d'hormones thyroïdiennes libres dans le sang.

Lors de l'étude menée fin de 1999, les auteurs ont tenté de rapprocher le niveau de contamination du sang avec le système hormonal thyroïdien extrêmement complexe qui génère le développement des fonctions cérébrales et la croissance des cellules. On a constaté que les concentrations élevées de mon-ortho congénère PCB 118 dans le sang étaient statistiquement liées avec les niveaux élevés de TSH. Des niveaux élevés de congénères PCB 138, 153, 180, 183 et 187 ont été associés au bas niveau de FT3 dans le sang. Aucun lien n'a été trouvé entre les congénères PCB et les FT4 bien que de fortes concentrations de cadmium dans le sang aient été liées avec une augmentation du niveau de TSH et une diminution du niveau de FT4. Les auteurs ont conclu que l'étude admettait l'hypothèse selon laquelle le cadmium et les PCB pouvaient exercer un effet négatif sur le niveau des hormones thyroïdiennes. Étant donné l'importance du système hormonal thyroïdien dans le développement des enfants, les auteurs ont suggéré que les études ultérieures portent sur l'impact de ces polluants sur les hormones thyroïdiennes dans les différents groupes d'âges et tiennent compte du développement neurologique comme composante de ces études.

3.3 L'évaluation des risques

La réglementation actuelle a pour but d'établir des quantités ou des taux d'après lesquels les produits chimiques peuvent être légalement libérés dans l'environnement. En Europe, les limites se basent généralement sur le processus de l'évaluation des risques ont été en grande partie mises en pratique.

L'évaluation des risques sur la santé cherche à mesurer l'exposition à un produit chimique particulier suite aux émissions de polluants et calcule finalement la probabilité des effets sur la santé par l'estimation de l'exposition. Beaucoup d'évaluations de risques ont été rapportées sur les effets sanitaires attendus suite à l'exposition aux rejets des incinérateurs, notamment les risques de cancers. Presque toutes les évaluations des risques faites entre les années 80 et les années 90 ont conclu que les polluants rejetés par les incinérateurs ne posaient pas de risques sanitaires significatifs aux populations vivant à proximité. Ce qui est en parfaite contradiction avec les études épidémiologiques humaines, dont plusieurs ont trouvé des preuves de l'impact sanitaire.

Par exemple, une étude sur l'évaluation des risques, basée sur les données des incinérateurs de déchets à risques, faite dans les années 80 par Oppelt (1990), conclut que les émissions des cheminées issues de l'incinération des déchets dangereux posaient peu de problèmes pour la santé humaine. Les données sur lesquelles reposaient beaucoup de ces évaluations ont été jugées insuffisantes par le Comité de Conseil Scientifique Américain. Dempsey et Oppelt (1993) commentent l'évaluation des risques menées pour l'incinération des déchets à risques pour des fours de cimenterie. Cette évaluation avait conclu qu'aucune répercussion négative sur la santé ne devrait pas survenir en raison des émissions. Une évaluation des risques sanitaires américaine faite sur les émissions d'un incinérateur d'OM a estimé que les risques cancérigènes et non cancérigènes dus à l'exposition par inhalation demeuraient dans des limites acceptables (*Roffman et Roffman 1991*). De même, une étude faite en Allemagne a estimé que les risques de cancer provoqués par l'inhalation de certains métaux lourds et de dioxines émis par des incinérateurs municipaux modernes d'ordures ne mettraient pas la santé en danger (*Eikman 1994*). Une étude sur un incinérateur d'OM à Séoul, en Corée, a également affirmé que le risque de

cancer par inhalation était d'un individu sur un million, soit largement en dessous du risque considéré comme acceptable (*Lee et al.* 1997).

Une des critiques que l'on fait souvent aux méthodes d'évaluations des risques des incinérateurs est qu'ils tiennent compte uniquement de l'exposition par inhalation mais pas d'autres voies potentielles d'exposition comme l'ingestion par le sol et la végétation et l'absorption par la peau (*Webster et Connett* 1990). Cette critique s'applique à beaucoup d'études ci-dessus mentionnées. Étant donné que l'absorption d'aliments est la principale voie de l'exposition pour les incinérateurs situés au cœur ou à proximité des terrains agricoles, cela remet en question le sérieux de toutes les évaluations des risques ci-dessus mentionnées (voir *Meneses et al.* 1999, *Webster et Connett* 1990).

Une évaluation des risques récemment faite sur un incinérateur d'OM à Montcada, en Catalogne (Espagne) a pris en considération toutes les voies d'exposition aux dioxines. L'évaluation des risques a étudié l'exposition des riverains aux émissions de dioxines de l'incinérateur via l'inhalation de matières à l'état de gaz ou de fines particules, via l'absorption par le sol et les légumes du secteur et via l'absorption par la terre à travers la peau (*Meneses et al.* 1999). L'absorption de dioxines par ces voies a été comparée à l'absorption issue d'une alimentation normale. Les résultats ont montré que les émissions atmosphériques représentaient moins de 6% de l'absorption totale des dioxines par la population alors que l'alimentation y participait à plus de 94%. L'étude a conclu que, selon les critères de l'OMS sur la dose journalière admissible (DJA) de dioxines (c.à.d. l'absorption quotidienne de dioxines considérée comme étant sans danger pour la santé d'après l'état des connaissances actuelles), l'absorption de dioxines provenant de l'incinérateur ne devrait pas constituer de risques pour les riverains. Cependant, l'étude a oublié de mentionner que les émissions de l'incinérateur s'ajouteraient à la quantité de dioxines déjà présente dans les tissus des riverains ainsi que ceux qui sont déjà présent dans les aliments.

Il est intéressant de noter qu'une évaluation des risques récemment publiée a indiqué des risques accrus pour la santé liés à l'exposition de certains enfants riverains d'incinérateurs (*Nouwen et al.* 1999). L'évaluation des risques a été conduite pour la population riveraine de deux incinérateurs à Neerland, Wilrijk (Belgique). Les études épidémiologiques ont noté une augmentation de la probabilité de malformations congénitales ainsi qu'un impact sur la santé respiratoire chez les enfants comme il a été mentionné dans la section 4.2.5 ci-dessus (*Van Larabeke* 2000). L'évaluation des risques a monté 3 scénarios éventuels d'exposition. Le premier cas, le pire, présentait un scénario dans lequel les individus vivaient exclusivement des aliments (viande, lait et légumes) produits à proximité de l'incinérateur. En deuxième, on a considéré un cas où les riverains consommeraient un mélange de produits commerciaux et de produits du secteur (25% des cultures et 50% de la viande). En troisième, un scénario a été proposé dans lequel les individus consommeraient uniquement des produits commerciaux ne contenant qu'une petite quantité de dioxines. Ce dernier scénario a été supposé comme étant le cas de la majorité des habitants de Neerland. On a estimé que l'exposition pouvait se présenter par l'alimentation, par l'inhalation et par la absorption par la peau. La dose journalière admissible établie par l'OMS pour les dioxines est de 1 - 4pg TEQ/kg pc/jour. L'évaluation des risques a estimé que dans le premier scénario où l'exposition était la plus élevée, les limites auraient été dépassées en 1980 par le facteur 4 (16,62 pg TEQ/kg pc/jour). Dans le second scénario, l'exposition subie par les enfants aurait également dépassé le seuil de tolérance établi par l'OMS en 1997 de 2 fois (8,17 pg TEQ/kg pc/jour). L'étude a considéré que cela pourrait être la situation d'un nombre relativement restreint de familles.