10 quai Sarrail
69006 LYON

AMORCE

Tel : 04 72 74 09 77
Fax : 04 72 74 03 32

L'incinération des déchets et la santé publique :

**bilan des connaissances
récentes et
évaluation du risque**

**DECHETS
série Technique
DT15**

**Société française de santé publique
Novembre 1999**

1 / TRAITEMENT THERMIQUE DES DECHETS	3
<hr/>	
2 / TOXICITE DES POLLUANTS TRACEURS DE L'INCINERATION	4
<hr/>	
<i>2.1. / LES PARTICULES</i>	<i>4</i>
<i>2.2. / LES DÉRIVÉS HALOGÉNÉS POLYCYCLIQUES</i>	<i>4</i>
<i>2.3. / LE CADMIUM</i>	<i>6</i>
<i>2.4. / LE MERCURE</i>	<i>6</i>
<i>2.5. / LE PLOMB</i>	<i>7</i>
<i>2.6. / LES EFFLUENTS DE L'INCINÉRATION EN TANT QUE MÉLANGE COMPLEXE</i>	<i>8</i>
3 / EXPOSITION DE LA POPULATION AUX POLLUANTS DE L'INCINERATION	8
<hr/>	
<i>3.1. / EXPOSITION EN MILIEU PROFESSIONNEL</i>	<i>9</i>
<i>3.2. / EXPOSITION EN POPULATION GÉNÉRALE</i>	<i>9</i>
<i>3.2.1. / TRANSFERT DES POLLUANTS DANS LES CHAÎNES BIOLOGIQUES</i>	<i>9</i>
<i>3.2.2. / CARACTÉRISATION DES NIVEAUX D'EXPOSITION DE LA POPULATION</i>	<i>10</i>
4 / EVALUATION DES RISQUES LIES A L'INCINERATION	11
<hr/>	
<i>4.1. / IDENTIFICATION DU DANGER</i>	<i>11</i>
<i>4.2. / EVALUATION DE L'EXPOSITION</i>	<i>11</i>
<i>4.2.1. / APPROCHE MOYENNE GÉNÉRALE</i>	<i>11</i>
<i>4.2.2. / APPROCHE LOCALE (MONOGRAPHIQUE)</i>	<i>12</i>
<i>4.3. / CARACTÉRISATION DU RISQUE</i>	<i>12</i>
<i>4.4. / RÉSULTATS</i>	<i>13</i>
<i>4.4.1. / SCÉNARIO MOYEN GÉNÉRAL</i>	<i>13</i>
<i>4.4.2. / SCÉNARIO RAISONNABLEMENT PESSIMISTE</i>	<i>14</i>
<i>4.5. / DISCUSSION</i>	<i>14</i>
5 / PERCEPTIONS ET REPRESENTATIONS LIEES A L'INCINERATION	16
<hr/>	
6 / SYNTHÈSE ET RECOMMANDATIONS	17
<hr/>	

**L'INCINERATION DES DECHETS ET LA SANTE PUBLIQUE :
bilan des connaissances récentes et évaluation du risque**

Résumé du rapport

AVERTISSEMENT :

Ce document résume un rapport réalisé à partir d'études de toxicologie et d'épidémiologie de bon niveau scientifique. Le texte ci-dessus a été rédigé afin d'être accessible pour un public non spécialisé. De ce fait, certaines notions ont été considérablement simplifiées. Nous prions les rédacteurs du rapport d'origine de bien vouloir nous en excuser.

1 / TRAITEMENT THERMIQUE DES DECHETS

Lors du dernier recensement (1997), l'Ademe estimait que 44,6% des déchets ménagers (soit 10 224 millions de tonnes par an) étaient incinérés dans les 266 installations en fonctionnement en France. 90 de ces 266 installations récupèrent l'énergie. Elles produisent 10 320 GWh sous forme de chaleur (soit 1 % de la consommation nationale d'énergie utilisée pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire) et 970 GWh sous forme d'électricité.

Les quantités de déchets industriels éliminées par traitement thermique sont plus difficiles à évaluer : en 1996, la production de déchets industriels représentait environ 7 millions de tonnes, dont 2 300 000 tonnes éliminées par traitement thermique. La France dispose d'un réseau structuré d'installations de traitement des déchets industriels spéciaux, qui comprend 17 centres d'incinération (sur 139 centres collectifs de traitement et de valorisation).

Actuellement, l'incinération des déchets ménagers passe par l'une des techniques ci-dessous :

- combustion dans des fours à grille ou à rouleaux,
- combustion dans des fours à lit fluidisé,
- thermolyse ou pyrolyse (décomposition thermique sous teneur réduite d'oxygène),
- fabrication d'un combustible solide stockable qui est utilisé ultérieurement.

L'incinération des déchets industriels fait appel à l'une des techniques ci-dessous :

- incinération conventionnelle des déchets solides dans des fours tournants ou rotatifs,
- incinération conventionnelle des déchets liquides (incinérateur à chambre de combustion statique horizontale ou verticale, évapo-incinération, four à lit fluidisé),
- incinération des déchets en cimenterie (injection directement dans le four de production du ciment).

L'incinération des déchets, ménagers comme industriels, produit des gaz de combustion chargés en divers polluants : poussières, gaz acides (HCl, SO_x, HF), métaux lourds, NO_x, dioxines. ***Les émissions atmosphériques caractéristiques du traitement thermique des déchets sont : l'acide chlorhydrique (40 % des émissions globales en France), le cuivre (5,8 % des émissions globales), le zinc (11,8 % des émissions globales), le mercure (46 % des émissions***

globales), le cadmium (23 % des émissions globales), les poussières (bien que la mise en place généralisée de dépoussiéreurs diminue fortement la contribution de l'incinération dans les émissions de poussières) et les dioxines (30 à 40 % des sources identifiées).

L'incinération des déchets produit également des résidus solides :

- les mâchefers, issus du four et composés essentiellement d'incombustibles,
- les refiom, résidus solides de l'épuration des fumées (cendres volantes issues du dépoussiérage et gâteaux de filtration ou résidus secs de la neutralisation).

2 / TOXICITE DES POLLUANTS TRACEURS DE L'INCINERATION

Dans cette partie, le groupe de travail se propose de réaliser un état des lieux des connaissances disponibles sur les principaux polluants émis par le traitement thermique des déchets. Les deux premières étapes de la démarche d'évaluation des risques seront envisagées : identification de dangers et caractérisation des relations doses-réponses.

2.1. / LES PARTICULES

Le devenir des poussières, après émission, est fortement lié à leur taille. Or, il n'existe pratiquement pas de données sur le profil granulométrique des particules émises par les incinérateurs. Toutefois, les systèmes de dépoussiérage performants qui équipent les usines d'incinération ne laissent passer que les poussières très fines (<10µm). Ces dernières peuvent atteindre les alvéoles pulmonaires. Elles sont ensuite lentement éliminées, mais elles sont néanmoins susceptibles de provoquer des réactions inflammatoires.

A court terme, ces réactions vont entraîner une augmentation des troubles respiratoires et des crises d'asthme chez les sujets fragilisés. ***A long terme, certains auteurs ont observé, dans les populations exposées à de fortes concentrations de particules, une augmentation des troubles respiratoires chroniques (bronchites chroniques), des troubles cardio-respiratoires, voire de certains cancers.*** Toutefois, il faut souligner que la plupart des études mentionnées portent sur des poussières industrielles comprenant également d'autres polluants.

2.2. / LES DERIVES HALOGENES POLYCYCLIQUES

Les principaux composés de cette famille, qui ont été étudiés dans les rejets des incinérateurs d'ordures ménagères, sont les polychlorodibenzo-p-dioxines et les polychlorodibenzofuranes. Ces composés présentent des structures chimiques proches, qui expliquent leurs effets apparentés. Ces molécules sont des impuretés, produites lors de divers processus industriels : synthèse de composés chlorés, incinération de ces produits ou de déchets variés, métallurgie du cuivre et de l'acier, industrie du papier, combustion du charbon ou du bois.

L'entrée des dioxines ou des furanes dans les organismes passe essentiellement par voie alimentaire. Ces composés posent un problème en raison de leur grande stabilité, de leur résistance à la dégradation biologique et de leur capacité à se dissoudre dans les graisses. De ce fait, ces composés sont susceptibles de se concentrer dans la chaîne alimentaire.

Nous disposons de nombreuses études concernant les effets toxicologiques de ces composés : études de laboratoire sur des animaux et études en milieu industriel ou suite à des expositions consécutives à des faits de guerre (épandage massif d'agent orange pendant la guerre du Vietnam par exemple).

- **EFFETS GENERAUX**

Les études expérimentales en laboratoire portent surtout sur la 2,3,7,8-TCDD, dite dioxine "Seveso". Cette molécule est la plus dangereuse, mais elle est nettement moins fréquente que les autres formes de dioxines. Les niveaux de toxicité de ces molécules sont variables en fonction des espèces : toxicité très basse chez le cobaye, nettement plus élevée chez le rat. Les principaux effets observés sont des atteintes cutanées de type chloracné, diverses perturbations du métabolisme général, notamment du foie, et affaiblissement du système immunitaire. Une action sur le système hormonal, notamment sur les hormones sexuelles, reste encore discutée.

Les études épidémiologiques ne permettent pas de mettre en évidence des effets sur le système immunitaire lors d'expositions faibles ou moyennes, sauf peut-être chez les nouveau-nés. ***Les expositions à des doses importantes de dioxines provoquent des chloracnés, l'apparition de troubles du métabolisme et de l'humeur, de fatigues, de perte de libido, de troubles gastro-intestinaux variés, voire des risques de maladies cardio-vasculaires et de diabète.***

- **EFFETS SUR LA REPRODUCTION ET LE DEVELOPPEMENT**

Les études en laboratoire ont toutes mis en évidence un effet important des dioxines, furanes et PCB sur le cycle de reproduction des animaux : baisse de la fertilité, malformations et avortement. Ces effets sont transmissibles aux jeunes si la mère est contaminée pendant la grossesse.

Les études portant sur les populations exposées à des épandages d'agent orange ont fait apparaître des malformations (notamment des becs-de-lièvre) et des fausses couches plus nombreuses. Les dioxines et les furanes auraient également un effet sur les hormones sexuelles, susceptible de modifier les proportions entre garçons et filles conçus par des parents exposés à ces composés lors de la conception (augmentation du nombre des filles par rapport aux garçons). Cet effet décroît rapidement après arrêt de l'exposition des parents. Par ailleurs, une exposition des femmes durant la grossesse peut entraîner des malformations chez les fœtus ou des retards de développement durant la petite enfance. Les résultats sont toutefois très variables d'une étude à l'autre. Les effets peuvent être transitoires ou persistants en fonction des doses. Par ailleurs, des effets stimulants sur la croissance ont été observés pour de faibles doses.

- **EFFETS CANCERIGENES**

Les études en laboratoire ne mettent pas en évidence d'effet cancérigène des dioxines et des furanes. Ces substances ne sont pas elles-mêmes cancérigènes, mais elles peuvent accélérer l'effet d'autres substances cancérigènes. Toutefois, d'autres études font apparaître un effet inhibiteur sur certaines substances cancérigènes.

Les études épidémiologiques font apparaître des résultats assez difficiles à interpréter, notamment parce qu'elles portent sur des populations de travailleurs exposés à d'autres

substances toxiques et que le rôle de la consommation du tabac est toujours difficile à apprécier. Toutefois, le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) considère que la 2,3,7,8-TCDD (dioxine "Seveso") est cancérigène, mais que les autres dioxines et furanes ne sont pas classables. ***Les dioxines et furanes ne sont pas des substances cancérigènes directement, mais, en favorisant la multiplication cellulaire, elles contribuent à accélérer l'action d'autres substances cancérigènes.*** Par ailleurs, il faut rappeler que ces résultats ont été observés chez des populations de travailleurs exposés à de très fortes doses.

2.3. / LE CADMIUM

Le cadmium est employé dans la galvanoplastie, la fabrication d'accumulateurs et la fabrication de pigments et de certains verres. L'absorption de cadmium passe principalement par la voie respiratoire, en particulier par les alvéoles pulmonaires. Il tend à s'accumuler dans le foie et les reins, surtout en raison de sa grande stabilité dans l'organisme (il faut trente ans pour éliminer la moitié du cadmium absorbé).

Une exposition longue au cadmium conduit à des insuffisances rénales graves. Des études en milieu professionnel ont également mis en évidence l'apparition d'affections respiratoires, de troubles osseux et du squelette, d'augmentation de la pression artérielle. Par ailleurs, si le cadmium entraîne une inhibition de la production de spermatozoïdes chez le rat, il a peu d'effet sur la fertilité humaine.

L'action cancérigène du cadmium a été démontrée chez le rat. Les études épidémiologiques menées dans des populations de travailleurs exposés ont mis en évidence une augmentation des cancers pulmonaires.

2.4. / LE MERCURE

La toxicité du mercure est différente suivant les formes sous lesquelles cet élément est présent : mercure métallique, inorganique ou organique (c'est-à-dire combiné avec des groupements organiques).

- **LE MERCURE METALLIQUE**

Composé très volatil, le mercure métallique pénètre dans l'organisme principalement par la voie respiratoire. Il peut facilement franchir la barrière pulmonaire, pour finalement se fixer dans le système nerveux central. Sa circulation dans l'organisme est moins facile, dès qu'il a été oxydé en ions mercuriques. ***Les études réalisées en milieu professionnel confirment une atteinte du système nerveux central*** : tremblement, fragilité émotionnelle, atteintes neuromusculaires, atrophie musculaire, maux de tête, troubles nerveux, pertes de mémoire et diminution des performances sensorielles.

- **LE MERCURE INORGANIQUE OU MERCURIQUE**

Le mercure mercurique est absorbé avec les aliments ingérés. Une petite quantité (de l'ordre de 7 %) traverse la paroi gastro-intestinale et se fixe dans le foie et les reins. Il provoque surtout des atteintes du rein. L'essentiel des quantités absorbées est rapidement éliminé.

- LE MERCURE ORGANIQUE

Ingéré par voie orale, le mercure organique pénètre dans l'organisme lors du transit intestinal. Il gagne rapidement le foie, les reins et surtout le cerveau. Les principales données disponibles sur le mercure proviennent d'études portant sur des populations consommant régulièrement des poissons contaminés ou des céréales traitées par un fongicide organomercurel. ***Les atteintes observées concernent surtout le système nerveux, principalement chez les fœtus, entraînant différents retards du développement*** : retard de la marche et de la parole, altération du tonus musculaire et des réflexes, diminution des performances à des tests neurologiques.

Le caractère cancérigène du mercure n'a pas été démontré, ni dans les études en laboratoire, ni lors des études épidémiologiques portant sur des populations exposées. Toutefois, certains organismes internationaux considèrent que le mercure organique peut être classé comme cancérigène possible chez l'homme.

2.5. / LE PLOMB

Le plomb est utilisé dans de nombreuses activités industrielles : métallurgie, construction, fabrication de munition ou d'insecticides, soudure, peinture (l'interdiction de la mise sur le marché de peintures contenant du plomb date de 1993), anti-détonnant (sous forme de plomb tétraéthyle) dans l'essence. Son utilisation fréquente, combinée avec sa capacité d'être adsorbé sur des particules de petites tailles parcourant de longues distances, explique que le plomb soit présent partout : l'air, les aliments, l'eau, la terre, les poussières, la neige

Le plomb est assimilé dans l'organisme par voie digestive et par voie pulmonaire. L'absorption par voie digestive est de 5 à 10 % chez l'adulte, mais elle peut aller jusqu'à 50 % chez l'enfant. Le taux d'absorption est très variable et il dépend de nombreux facteurs externes : régime riche en graisses, carences en fer, en calcium, en phosphore, en zinc, en vitamines B1, en magnésium, en fibres végétales. Les personnes, vivant à proximité d'installations fortement émettrices de plomb, sont surtout contaminées par voie pulmonaire. Après absorption, le plomb passe dans le sang, puis il est stocké dans différents organes, notamment les os. Il peut ensuite lentement quitter les tissus osseux et être éliminé (10 à 20 ans pour éliminer la moitié du plomb stocké dans les os). Le plomb modifie le fonctionnement des cellules, en particulier en inhibant l'activité de certaines enzymes. De ce fait, il perturbe de nombreux processus physiologiques. Il a également des effets sur l'équilibre du calcium et sur le système nerveux central.

Les effets d'une intoxication massive par le plomb sont l'apparition d'anémies, de paralysies partielles, de troubles graves du système cérébral, pouvant aller jusqu'à la mort ou laissant des séquelles irréversibles. Ces troubles peuvent être associés à des désordres neurologiques moins graves : irritabilité, troubles du sommeil, anxiété, perte de mémoire, confusion, sensation de fatigue. Une exposition au plomb chez l'enfant conduit à des retards de développement graves. La contamination peut avoir lieu pendant la grossesse, le plomb étant mobilisé à partir des tissus osseux de la mère. Les expositions plus longues à des doses faibles ont des effets moins spectaculaires et plus difficiles à mettre en évidence. Des études épidémiologiques ont fait apparaître des effets sur le développement intellectuel des enfants, les fonctions de reproduction (notamment la fertilité masculine), le fonctionnement du rein. Le plomb et ses dérivés est considéré comme potentiellement cancérigène. Les organes cibles du plomb sont le système nerveux central, le foie et le système cardio-vasculaire.

2.6. / LES EFFLUENTS DE L'INCINERATION EN TANT QUE MELANGE COMPLEXE

Les effluents des usines d'incinération sont constitués de mélanges de substances diverses. Ces mélanges sont plus complexes que les émissions des autres installations de combustion, en raison de l'hétérogénéité des déchets traités. Cette complexité, jointe à une certaine instabilité après dispersion dans le milieu extérieur, ne facilite pas l'étude de leurs conséquences sur la santé des populations environnantes.

Les études concernant les effets mutagènes des effluents des incinérateurs sont difficiles à interpréter, car les résultats dépendent de la méthode d'étude utilisée et des conditions d'incinération des déchets. Néanmoins, les effluents d'incinération sembleraient plus cancérigènes que les effluents d'autres installations de combustion. Toutefois, ces études sont toujours spécifiques à un incinérateur donné et, de ce fait, sont difficiles à généraliser à l'ensemble d'un parc d'usines d'incinération.

L'étude des maladies professionnelles observées chez les travailleurs des usines d'incinération ne donne pas de résultats tranchés : la plus grande fréquence de troubles respiratoires et digestifs pourrait être liée à la présence de certains composés chimiques. Les études portant sur la fréquence des cancers ne fournissent pas de résultats convergents. Il faut toutefois souligner que les travailleurs des usines d'incinération ne sont pas nombreux, ce qui limite l'interprétation statistique des résultats.

Les études portant sur des populations vivant à proximité d'un incinérateur ne permettent pas non plus d'obtenir des résultats probants, qu'il s'agisse d'étudier la fréquence des cancers ou les troubles respiratoires. Les limites méthodologiques inhérentes à ce type d'études en conditions réelles ne permettent pas de mettre en évidence les effets des effluents d'incinération.

3 / EXPOSITION DE LA POPULATION AUX POLLUANTS DE L'INCINERATION

L'exposition des populations aux polluants émis par les incinérateurs peut passer par une voie directe (contact direct avec des gaz, des poussières ou du sol contaminé) ou par une voie indirecte (contact avec de l'eau ou des aliments contaminés par des polluants produits à proximité ou à distance du lieu de consommation). A l'exception du plomb et du cadmium qui peuvent être ingérés par voie respiratoire, l'exposition aux métaux lourds passe par l'alimentation ou par l'ingestion d'eau ou de poussières contaminées, voire de sols pollués (dans le cas de certains enfants).

Certaines populations sont également plus sensibles aux effets d'une exposition à un polluant :

- les enfants,
- les personnes âgées,
- les personnes exposées à d'autres sources du même polluant,
- les chasseurs de daims et de gibiers d'eau qui consomment le produit de leur chasse ou pêche,
- les personnes ayant une activité soutenue se traduisant par une augmentation des échanges respiratoires et des quantités d'aliments ingérées,
- les personnes travaillant ou résidant à proximité de la source de pollution.

3.1. / EXPOSITION EN MILIEU PROFESSIONNEL

Les postes occupés par les salariés des usines d'incinération se répartissent entre les catégories suivantes :

- les pontiers, assurant les chargements du four depuis la salle de contrôle,
- les conducteurs des fours d'incinération, qui travaillent principalement dans la salle de contrôle, mais peuvent aussi être amenés à effectuer des interventions diverses lors d'incidents,
- les agents d'entretiens (électromécaniciens et mécaniciens) assurant la maintenance des appareils et installations,
- les agents chargés du contrôle des systèmes de traitement des fumées et des eaux,
- les agents chargés de l'élimination des résidus de l'incinération.

Ces salariés sont en contact avec de nombreux composés chimiques, dont certains peuvent être toxiques : métaux lourds (en particulier plomb, nickel, cadmium et chrome), mercure sous forme gazeuse, composés organiques volatils ou divers composés issus du traitement des déchets (acide chlorhydrique, aldéhydes, hydrocarbures aromatiques polycycliques, monoxyde de carbone, dioxines et furanes). Par ailleurs, les déchets contiennent également une importante flore de bactéries et de champignons, susceptibles de provoquer des infections ou des allergies. Enfin, certains postes de travail sont placés dans des ambiances très poussiéreuses.

Les études réalisées ont permis de montrer que les travailleurs des usines d'incinération sont en contact avec les toxiques décrits ci-dessus, mais avec de faibles niveaux d'exposition (ils sont un peu plus élevés pour les travailleurs des usines d'incinération de déchets industriels). Les substances peuvent pénétrer dans l'organisme principalement par la voie respiratoire, mais une possibilité de contamination par la peau, notamment en cas de blessures, ne peut être écartée. *Toutefois, les analyses biologiques pratiquées sur les populations de travailleurs dans les usines d'incinération font apparaître une augmentation de la concentration sanguine de certains composés, mais qui restent à des niveaux très inférieurs aux normes applicables aux travailleurs ou aux normes concernant la population générale.*

3.2. / EXPOSITION EN POPULATION GENERALE

3.2.1. / TRANSFERT DES POLLUANTS DANS LES CHAINES BIOLOGIQUES

Il existe deux types d'exposition aux émissions des usines d'incinération : une exposition directe par inhalation des polluants pour les personnes vivant à proximité de l'usine, une exposition indirecte par le biais des chaînes alimentaires. Certains toxiques sont rapidement éliminés par l'organisme, mais un contact répété finit par avoir des conséquences sanitaires ; c'est le cas des hydrocarbures aromatiques polycycliques, par exemple, qui sont cancérigènes. D'autres substances peuvent être accumulées dans les organismes vivants. Ils font alors d'objet de transferts le long de la chaîne alimentaire.

Les capacités des substances à passer d'un maillon à l'autre de la chaîne dépendent de différentes caractéristiques : stabilité chimique, solubilité, en particulier dans les lipides, mobilité dans le sol, possibilité d'absorption par les micro-organismes et de transferts

sol-plante. Enfin, l'accumulation de certaines substances dans les chaînes alimentaires dépend également de leur aptitude à se fixer dans certains organes, comme les tissus adipeux, le foie ou les reins. Il est assez difficile de prévoir la façon dont une substance donnée va être concentrée tout le long de la chaîne alimentaire, notamment parce que les chaînes alimentaires ne sont pas indépendantes les unes des autres, qu'elles peuvent être plus ou moins longues et que le comportement alimentaire des animaux et des hommes tient une place non négligeable dans l'ampleur du phénomène.

Certains polluants émis par les usines d'incinération sont capables de s'accumuler dans les chaînes alimentaires :

- les hydrocarbures halogénés polycycliques (dont les plus connus sont les dioxines et les furanes),
- les chlorophénols, qui sont peu présents,
- les métaux lourds.

L'accumulation des dioxines et furanes dans le lait des vaches laitières, pâturant à proximité d'usines d'incinération, a été plus particulièrement étudiée. Les dioxines et furanes sont présents dans l'organisme en fonction de leur affinité pour les graisses. Toutefois, l'étude est compliquée par le fait que les différentes formes de dioxines et furanes ne sont pas absorbées de la même façon et ne présentent pas le même comportement. Enfin, ces substances sont assez rapidement éliminées des organismes de vaches laitières (disparition de la moitié des quantités présentes en 30 ou 50 jours). ***Dans les pays industrialisés, la principale voie de contamination par les dioxines et furanes passe par la consommation d'aliments d'origine animale.*** Les taux de dioxines et furanes sont actuellement de l'ordre de 15 à 20 µg/g de matières grasses dans le lait maternel, alors qu'ils atteignent exceptionnellement les taux de 10 à 30 µg/g de matières grasses dans le lait de vaches. Cette situation illustre le phénomène d'accumulation de ces substances dans les chaînes alimentaires.

3.2.2. / CARACTERISATION DES NIVEAUX D'EXPOSITION DE LA POPULATION

La contribution des incinérateurs à la pollution de l'environnement a été évaluée par différentes méthodes : mesures avant et après l'implantation d'une installation ou comparaison avec des zones sans incinérateur. ***Les mesures de la pollution de l'air ou du sol n'ont pas permis de mettre en évidence l'impact de l'incinérateur : les concentrations observées n'étaient pas significativement plus élevées dans les zones soumises à l'influence de l'incinérateur.*** Lorsqu'une augmentation de la teneur d'un polluant est observée, une analyse plus détaillée conduit souvent à attribuer la pollution à une autre cause : présence d'une autre installation industrielle fortement émettrice ou circulation automobile intense.

L'évaluation de la contamination des végétaux par les émissions des usines d'incinération n'est pas plus probante, en raison de la difficulté à isoler les usines d'incinération des autres sources de polluants. De plus, les teneurs en dioxines varient d'une année à l'autre et en fonction du type de végétaux : les carottes sont davantage contaminées que les laitues et les pois. La contamination du lait de vache est également variable. Une modélisation a permis d'évaluer la part des émissions des usines d'incinération à 25 % des dioxines présentes dans le lait de vache.

L'exposition de la population dépend de l'intensité, de la fréquence et de la durée des contacts avec le polluant. La recherche de métaux lourds et de dioxines dans les cheveux et le sang de populations vivant à proximité d'un incinérateur n'a pas fait apparaître de teneurs différentes

de celles habituellement mesurées dans la région ou le pays. *De même, la comparaison entre les teneurs mesurées avant la mise en route d'un incinérateur et celles observées après un an de fonctionnement n'a pas fait apparaître de différences.* Les estimations de l'exposition de la population à partir de modèles décrivant, soit la dispersion atmosphérique, soit les transferts entre les différents compartiments du milieu, n'ont pas donné de résultats plus probants.

En fait, les données disponibles demeurent difficiles à interpréter et il est délicat d'apprécier l'impact des incinérateurs sur l'environnement, notamment par rapport à l'ensemble des émissions industrielles.

4 / EVALUATION DES RISQUES LIES A L'INCINERATION

Les risques pour les populations exposées aux pollutions engendrées par les usines d'incinération ont été évalués selon deux méthodes :

- une approche dite "moyenne générale", calculée à partir de la moyenne des risques estimés pour chaque incinérateur,
- une approche dite "locale ou monographique", estimant les risques pour un incinérateur défini.

4.1. / IDENTIFICATION DU DANGER

Les polluants étudiés ont été choisis en fonction de l'importance de leurs émissions, du risque sanitaire qu'ils représentent ou de l'écart entre leurs concentrations et les concentrations de référence. Il s'agit des dioxines, du cadmium, du plomb, des poussières et du mercure.

4.2. / EVALUATION DE L'EXPOSITION

4.2.1. / APPROCHE MOYENNE GENERALE

Le nombre des incinérateurs considérés est variable en fonction des substances étudiées, compte tenu de la diversité des sources d'information (29 à 102 unités). La population exposée est supposée habiter en milieu urbain. Le scénario retenu prévoit que la contamination passe par la voie respiratoire dans une zone d'un rayon de 2 km autour de l'incinérateur et par la voie digestive (alimentation) dans une zone comprise entre 2 et 50 km (la zone autour de l'incinérateur est considérée comme trop urbanisée pour être cultivée et, au-delà de 50 km, on admet que les retombées de l'incinérateur ne sont plus significatives).

Les données d'émission utilisées sont issues des inventaires de l'Ademe pour les poussières, des inventaires du Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement pour les autres polluants. Les données concernant la population, les conditions météorologiques et les habitudes alimentaires sont issues des différentes statistiques nationales disponibles (INSEE, Météo-France, CREDOC).

L'exposition par la voie respiratoire a été estimée en utilisant un modèle de dispersion atmosphérique (POLAIR). La contamination de la chaîne alimentaire a été évaluée en deux étapes :

- calcul des dépôts à la surface du sol en fonction de la dispersion des polluants et de la distance entre le lieu de dépôt et l'incinérateur,
- évaluation, à partir de la contamination des sols calculée ci-dessus, des concentrations dans les différents compartiments de l'environnement (sol, air, eau, sédiments, plantes), puis de la contamination des eaux de consommation et des aliments et, pour finir, des doses journalières ingérées par la population (modèle américain CalTox, adapté à la situation française en ce qui concerne les caractéristiques des sols et les habitudes alimentaires).

4.2.2. / APPROCHE LOCALE (MONOGRAPHIQUE)

Les méthodes d'évaluation utilisées dans l'approche générale ont été conservées, mais appliquées à une unité d'incinération donnée. Il s'agit d'une installation qui n'est pas aux normes et dont le dépoussiéreur est particulièrement peu performant (voire en panne). Cette unité a récemment fait l'objet d'une mise aux normes et, de ce fait, elle n'est plus dans l'état décrit dans cette étude. Le scénario étudié a été choisi de façon à être très défavorable (ou "raisonnablement pessimiste").

De plus, le calcul de l'exposition par voie digestive prend en compte la consommation de produits d'origine locale (légumes du jardin). Les hypothèses retenues à ce sujet sont volontairement pessimistes :

- les jardins cultivés sont situés dans la zone de retombée du panache (les zones qui ne sont pas situées sous le panache sont prises en compte dans le cadre de l'approche générale),
- 42 % des habitants, résidant dans la zone sous le panache de l'usine, produisent eux-mêmes une partie de leur alimentation, soit 6 235 personnes (données INSEE sur la région).

La consommation d'aliments produits par les habitants ne représente qu'une fraction de leur régime alimentaire. Elle a été estimée en fonction des données INSEE sur le régime alimentaire français : les personnes disposant d'un jardin produisent elles-mêmes 12 % des fruits, 27 % des légumes, 16 % des volailles et 17 % des œufs qu'elles consomment. Pour ces 6 235 personnes, l'étude distingue donc deux sources de contamination par voie digestive : les aliments produits dans leur propre jardin et les aliments produits ailleurs que dans leur jardin pour lesquels les valeurs calculées sont les mêmes que celles utilisées dans l'approche générale.

4.3. / CARACTERISATION DU RISQUE

L'évaluation du risque, lié à un polluant donné, n'est pas calculée de la même façon si le polluant considéré agit sans seuil (effet dès la première molécule) ou avec seuil (effet au-dessus d'une dose fixée). Dans le cas d'un polluant "à effet systémique sans seuil" (cadmium, dioxines et particules), la méthode employée permet d'évaluer une probabilité d'effets nocifs dans une population de taille connue. Pour un polluant "à effet systémique avec seuil" (dioxines, cadmium, plomb et mercure), l'exposition attribuable aux usines d'incinération est comparée avec des valeurs de référence publiées dans la littérature scientifique.

Le cadmium figure dans l'une et l'autre des catégories en fonction de l'effet étudié : pas de seuil pour le risque de cancers, existence d'un seuil pour les effets sur les reins. Les deux approches actuellement envisagées à propos de la dioxine ont été étudiées : pas de seuil dans le cas d'un effet cancérigène (approche proposée par l'US-Environmental protection agency) ou existence d'un seuil (approche utilisée par l'Organisation mondiale de la santé et le Conseil supérieur d'hygiène publique de France).

4.4. / RESULTATS

4.4.1. / SCENARIO MOYEN GENERAL

L'étude porte sur 70 usines d'incinération.

- **LES DIOXINES.**

L'exposition par la voie respiratoire est très faible, quelle que soit l'approche utilisée (avec ou sans seuil). L'exposition par la voie alimentaire est également faible, ainsi que la prise en compte des 2 voies de contamination simultanément (voie respiratoire et voie alimentaire). L'impact total moyen annuel est de 22 cancers en excès pour une population exposée de 2 millions de personnes. ***Le risque de développer un cancer en 70 ans d'exposition est de 8.10^{-4} .***

Lorsque les nouvelles normes d'émission seront respectées pour tous les incinérateurs du parc étudié, l'impact total moyen annuel sera alors de 0,3 cancers en excès pour une population exposée de 2 millions de personnes. ***Le risque de développer un cancer en 70 ans d'exposition est de $1,2.10^{-5}$.***

- **LE CADMIUM**

Pour une population exposée de 2,5 millions d'habitants, les risques de cancers sont de 10^{-7} . Si on considère les effets sur les reins, les émissions des usines d'incinération sont largement inférieures aux seuils de référence. Il n'en reste pas moins que ces équipements contribuent de façon importante à l'ensemble des émissions de cadmium en France.

- **LE MERCURE**

Les risques engendrés par les émissions de mercure des usines d'incinération sont très faibles.

- **LE PLOMB**

Les émissions de plomb dues aux usines d'incinération sont largement en dessous des seuils de référence. Le calcul des doses hebdomadaires tolérables donne des valeurs encore plus faibles, même sur une population d'enfants de moins de 6 ans (population pour laquelle les conséquences d'une atteinte par le plomb sont plus graves).

- LES POUSSIÈRES

Il s'agit d'évaluer ici les conséquences à long terme d'une exposition aux poussières, en particulier aux poussières fines (inférieures à 2,5 µm). Trois études américaines permettent d'estimer qu'un écart de concentration moyenne de 10 mg/m³ peut être associé à un risque d'excès de cancers de 10 %. Si ces hypothèses sont appliquées à la situation française, les émissions de poussières des usines d'incinération conduiraient à une réduction moyenne de l'espérance de vie de 20 jours après 15 ans d'exposition. *Comparée à la progression annuelle de l'espérance de vie (presque un trimestre), l'impact à long terme des émissions de poussières peut être considéré comme négligeable.*

4.4.2. / SCENARIO RAISONNABLEMENT PESSIMISTE

L'étude s'est intéressée principalement à la population résidant sous le panache des fumées de l'usine (14 706 personnes), c'est-à-dire à la partie de population la plus exposée. Dans ce cas, le risque de cas de cancers liés aux émissions de dioxines est de $9 \cdot 10^{-5}$, soit un impact total sur la vie entière de la population d'un cas de cancer supplémentaire (par voie respiratoire). *Toutefois, les risques de cancer pour les personnes consommant les produits cultivés sous le panache passe à $7 \cdot 10^{-2}$, soit un excès des cancers de 4,8 pour la vie entière de la population. Si l'usine étudiée respectait les normes de la future directive européenne, les risques de cancers seraient 400 fois moins élevés.*

Les émissions de poussières de l'usine d'incinération conduisent à une réduction de l'espérance de vie de la population la plus exposée (celle qui vit sous le panache des fumées) de 0,9 ans, soit 330 jours. Il s'agit d'un résultat particulièrement élevé, lié à une émission particulièrement importante des particules (dépoussiéreur inopérant).

Le risque d'excès de cancers dû au cadmium est de $3 \cdot 10^{-6}$. Les risques d'atteinte des reins sont également importants, puisque les émissions de l'usine étudiée représentent de 0,16 à 1,7 fois la dose de référence.

4.5. / DISCUSSION

4.5.1. / DISCUSSION DES RESULTATS.

Les émissions de cadmium des UIOM n'ont guère d'effet cancérigène, mais les risques d'atteintes des reins peuvent devenir préoccupants en fonction des vents dominants. Le sujet mérite une étude au cas par cas. Les émissions de mercure et de plomb ont des effets faibles. Dans des conditions normales de fonctionnement de l'usine, l'exposition aux poussières a des conséquences réduites sur l'espérance de vie, mais l'absence de systèmes de dépoussiérage performant peut créer une situation préoccupante pour la santé publique.

Les risques de cancers liés aux dioxines, tels qu'ils sont définis par l'US-EPA, sont faibles dans les cas d'exposition par voie respiratoire. La présence de dioxines dans les chaînes alimentaires, contaminant les hommes par la voie digestive, représente un risque de 22 cancers en excès dans une population exposée de 2 millions de personnes. Il faut toutefois rappeler que ces calculs sont

fondés sur des estimations du risque proposées par l'US-EPA, mais qui n'ont pas été validées par la communauté scientifique internationale.

Lorsque les personnes résidant sous le panache des fumées consomment des aliments produits dans leur jardin, les doses absorbées peuvent atteindre 3 à 25 fois la DJA (Dose journalière admissible). De ce fait, on peut estimer que l'impact annuel est de 0,6 à 6,4 cas d'excès de cancers dans une population totale de 6 235 personnes. ***Si les projets de normes européennes concernant les dioxines sont appliqués aux unités existantes, les risques deviennent négligeables.***

4.5.2. / DISCUSSION DE LA METHODE

Pour évaluer les risques, il est nécessaire de définir différentes hypothèses. Par définition, ces hypothèses ne peuvent pas être démontrées et il n'est pas facile de déterminer leur importance dans le résultat. L'approche générale n'a concerné, faute de données disponibles, que les unités de plus de 6 t/h ; il ne s'agit donc que d'une partie du parc des incinérateurs, qui représente toutefois 80 % du tonnage des déchets incinérés en France. Par ailleurs, les méthodes de calcul utilisées supposent que les dépôts sont uniformes sur un rayon de 50 km. Une telle situation impliquerait que l'usine soit placée au centre de l'agglomération, que la rose des vents soit uniforme et que l'aire de dépôt ne reçoive aucun dépôt venant de sources extérieures. De même, estimer que tous les polluants se déposent dans un rayon de 50 km ne prend pas en compte la possibilité que certaines particules très fines diffusent plus loin, avec les toxiques qui y sont fixés. Enfin, le calcul de la contamination par voie digestive implique des hypothèses sur l'alimentation et l'origine des aliments consommés. Ces derniers pourraient contenir des polluants issus d'autres sources que les incinérateurs étudiés.

Dans l'approche locale, la répartition des dépôts est plus précisément évaluée, mais les habitants sont supposés rester chez eux ; les déplacements d'un secteur à l'autre ne peuvent pas être pris en considération. Enfin, la plupart des gens passe 90 % de leur temps à l'intérieur de locaux et, de ce fait, ils ne sont pas soumis aux mêmes niveaux d'exposition qu'à l'extérieur.

Les modèles de dispersion atmosphérique utilisés sont rustiques, mais ils semblent solides. Les calculs sont concordants avec des données mesurées. Ces mêmes modèles sont toutefois un peu moins solides dans les calculs des dépôts en surface. Le modèle employé pour évaluer la contamination des aliments, CalTox, est difficile à maîtriser en raison de son origine américaine. En effet, les habitudes alimentaires ne sont pas les mêmes et ces paramètres sont importants dans le calcul des doses de dioxines ingérées. En particulier, la répartition entre les différents types d'aliments (viande, poisson, lait) ne correspond pas aux observations effectuées. Enfin, le modèle n'est pas capable de différencier les différents types de dioxines, qui n'ont pas le même comportement dans les organismes.

Les évaluations du risque dépendent également de manière étroite de la qualité des mesures utilisées. Enfin, la nature de l'étude admet comme postulat que les émissions sont restées stables durant la période de temps étudiée, soit 70 ans. Les émissions actuelles ne sont pas au même niveau que celles du passé et elles ne seront pas maintenues pendant 70 ans. L'étude a donc consisté à calculer le risque encouru si les émissions se poursuivent à leur niveau actuel pendant 70 ans.

5 / PERCEPTIONS ET REPRESENTATIONS LIEES A L'INCINERATION

Les risques sanitaires liés à l'incinération passe d'abord par la vue du panache des fumées. C'est pourquoi, l'attention est principalement focalisée sur les problèmes respiratoires, bien que les risques d'ingestion de polluants par la chaîne alimentaire soient également connus. Toutefois, le public exprime de grandes incertitudes concernant la toxicité des rejets et l'évaluation de l'exposition des populations environnantes.

Les auteurs de l'étude ont pu observer deux comportements différents face aux usines d'incinération : une sous-estimation ou une surestimation des risques.

- Une sous-estimation des risques.

Cette attitude se rencontre dans les populations de riverains à un incinérateur. Ce dernier a un aspect familier qui diminue les inquiétudes, même si l'implantation de l'équipement a suscité des oppositions. Face à un conflit entre risques sanitaires liés à l'incinération et maintien du lieu de résidence, les habitants mettent en place une stratégie d'occultation : la menace est repoussée ailleurs dans le temps et dans l'espace (autrefois, ailleurs ...).

- Une surestimation des risques.

La mise sur la place publique du risque lié à l'incinération, le dépassement d'un seuil de tolérance ou l'existence d'un projet d'implantation peuvent mettre en échec les stratégies précédentes.

Le public apprécie également les risques en fonction d'un contexte local (crainte de disfonctionnement) et global (diminution de la tolérance face aux atteintes environnementales et crise de confiance par rapport à l'autorité).

Une mauvaise image des groupes industriels intervenants dans le secteur des déchets, une méfiance vis-à-vis des connaissances scientifiques, une suspicion concernant la réalité du contrôle exercé par les pouvoirs publics sur les pratiques des intervenants privés, contribuent à augmenter les craintes suscitées par l'incinération. La perception des risques peut être amplifiée par un défaut de consultation, la diffusion d'une information limitée, la centralisation des décisions.

Il n'est pas possible de réduire l'incinération à ses aspects technico-économiques ; il faut également prendre en compte la demande du public de lui permettre de contrôler autant les orientations de la politique de gestion des déchets que les choix techniques effectués. Deux stratégies sont alors envisageables :

- améliorer l'acceptabilité de l'incinération en informant le public, en essayant de rapprocher le point de vue des habitants de celui des experts : cette approche est limitée par le degré de confiance que le public place dans la source d'informations, la difficulté rencontrée pour disposer d'informations complètes et l'impossibilité de supprimer toutes les incertitudes ;
- optimiser la gestion des risques, en s'attachant à améliorer la connaissance du risque sanitaire lié à l'incinération, en développant une communication plus ouverte et plus interactive, en acceptant de débattre le plus tôt possible des questions techniques, du choix des procédures de contrôle, ainsi que des aspects moraux et éthiques.

6 / SYNTHÈSE ET RECOMMANDATIONS

Les efforts importants de dépollution ont permis de considérablement réduire les niveaux des émissions de polluants. De ce fait, leurs effets sur la santé publique sont plus difficiles à mettre en évidence et nécessitent des études plus sophistiquées. Afin de mieux caractériser les risques de l'incinération, il est nécessaire de faire porter les efforts sur les points suivants :

- Les polluants sont présents dans les déchets avant leur incinération. Une meilleure connaissance des caractéristiques et du contenu des déchets permettrait de mieux les orienter vers la filière de traitement la plus adaptée.
- Les polluants surveillés ne sont pas assez nombreux, ni toujours les plus pertinents ; certains des polluants mesurés ne sont pas les plus représentatifs de la famille chimique à prendre en compte, d'autres polluants sont regroupés dans des ensembles difficiles à interpréter (métaux lourds, hydrocarbures totaux). Par exemple, la mesure des émissions de poussières devrait être accompagnée de leur profil granulométrique car les effets ne sont les mêmes en fonction de la taille des particules.
- Les inventaires et données actuellement disponibles sont loin d'être complets. Il serait donc nécessaire de les actualiser et de les rendre accessibles.
- Les évaluations des risques démontrent qu'une application rapide des normes européennes, notamment en matière d'émissions des dioxines, permet de ramener les risques liés à l'incinération à un niveau négligeable. Il est donc nécessaire de les faire appliquer le plus rapidement possible.
- Ce travail a mis en évidence le manque de connaissances sur l'exposition à certains polluants, tels les particules, les hydrocarbures aromatiques polycycliques, les composés organiques volatiles spécifiques et les métaux lourds. De même, la contribution de l'incinération dans les émissions observées n'est pas connue. Il est urgent d'entreprendre les études nécessaires pour remédier à cette situation.
- Les niveaux d'émissions actuellement atteints permettent de ne plus craindre d'effets sanitaires aigus. Il demeure nécessaire d'étudier les effets à long terme des pollutions, notamment sur les populations les plus exposées, riverains et populations professionnelles. Les polluants à étudier en priorité sont certains métaux, tel l'arsenic, et les hydrocarbures aromatiques polycycliques.
- Les études de caractérisation du risque sanitaire doivent être développées, par exemple dans le cadre des études d'impacts prévues par la réglementation.

L'objectif de ce rapport était de fournir aux élus et administrations concernées, aux acteurs économiques et responsables d'associations de défense de l'environnement, aux médias et au grand public, des informations actuelles et objectives sur les risques pour la santé des riverains et du personnel des usines d'incinération. Ce travail ne concerne que les usines d'incinération, ce qui ne veut pas dire que ces installations présentent plus de risques que d'autres unités de traitement de déchets ou que d'autres installations industrielles.

Après un bref rappel de la place de l'incinération dans le système de traitement des déchets et une description quantitative des émissions de poussières et de gaz, ainsi que des rejets liquides et solides, le rapport procède à une analyse détaillée de la toxicité des substances chimiques retenues comme indicateurs. Ensuite, les auteurs du rapport ont procédé à une évaluation du risque pour deux scénarios :

- une approche générale, qui reflète la situation de l'ensemble du parc d'incinérateurs, en effectuant la moyenne des risques calculés pour les 70 incinérateurs pour lesquels des données étaient disponibles,
- une approche locale, estimant les impacts sanitaires d'un incinérateur connu ; l'unité d'incinération étudiée existe, mais les données utilisées correspondent à une époque où elle n'était pas aux normes en matière d'épuration des fumées ; le scénario étudié est délibérément pessimiste.

Le risque sanitaire n'est pas apprécié de la même façon selon l'effet du polluant :

- les effets cancérigènes sont mesurés en calculant la probabilité pour qu'une personne ou une population souffre des troubles dus à l'exposition au polluant considéré,
- les effets autres que cancérigènes sont estimés en calculant le ratio de danger, c'est-à-dire le rapport entre les émissions constatées et une dose supposée sans effet (Dose journalière admissible ou DJA, par exemple).

L'impact sanitaire d'un polluant est obtenu en évaluant les conséquences des risques individuels à l'échelle de la population ; il s'agit du nombre de personnes susceptibles d'être atteintes par les troubles entraînés par le polluant considéré (exposition pendant 70 ans, dite "vie entière"). Il existe deux approches du risque sanitaire lié aux émissions des dioxines :

- l'OMS a fixé une dose en dessous de laquelle on peut estimer qu'il n'y a pas d'effet ; celle-ci est comprise entre 1 et 4 pg/kg/jour (4 pg/kg/jour représente la dose à ne pas dépasser, 1 pg/kg/jour représente l'objectif à atteindre) ;
- l'US-EPA estime que les dioxines agissent sans seuil ; en extrapolant les effets des fortes doses aux faibles doses, elle calcule une dose virtuellement sûre de 0,006 pg/kg/jour.

L'évaluation des risques effectuée permet de conclure que :

- **le cadmium a un impact faible sauf pour certaines installations très polluantes,**
- **les émissions de plomb et de mercure sont très largement inférieures aux seuils préconisés,**
- **les poussières présentent des risques d'effets à long terme négligeables avec les niveaux de dépoussiérage prévus par la réglementation, mais la situation devient préoccupante en absence de dépoussiérage,**
- **aux niveaux d'émissions actuelles, les dioxines ont un faible impact sanitaire, si la contamination passe directement par la voie respiratoire (sauf installations fortement émettrices) ; si la dioxine passe par la voie alimentaire, le risque devient plus important ; il est de 22 cancers en excès par an pour une population exposée de 2 millions d'habitants ; le respect des futures normes européennes permet de diviser le risque par un facteur 100.**

Toutefois, l'approche locale a mis en évidence une situation préoccupante, celle des personnes consommant des aliments produits dans un jardin situé sous le panache d'une usine d'incinération très polluante (système d'épuration des fumées défaillant).

Les principaux enseignements que les auteurs tirent du travail accompli sont les suivants :

- les usines fortement émettrices, ne respectant pas les normes d'émissions (en particulier les usines de faible capacité), sont à l'origine de problèmes sanitaires préoccupants,**
- la situation sanitaire résultant du parc d'incinérateurs peut être considérée comme satisfaisante, sauf pour certaines unités fortement polluantes,**
- les risques sanitaires deviendront négligeables, lorsque l'ensemble des usines d'incinération respectera les normes les plus récentes.**

Les émissions gazeuses commencent à être bien connues, mais il reste à étudier les effluents liquides et solides. Les questions de santé publique prennent une place de plus en plus importante ; il sera donc nécessaire de développer les évaluations des risques. Toutefois, trop de données manquantes obligent à émettre des hypothèses dont il est difficile d'évaluer le poids dans le résultat. Il faudra donc s'attacher à améliorer la connaissance du déchet, à garantir une bonne transmission des informations, à faire respecter la réglementation et à organiser des campagnes de mesures d'envergure, afin de déterminer les indicateurs les plus pertinents sur le plan sanitaire. Il sera aussi nécessaire d'améliorer les connaissances scientifiques sur l'exposition des populations, sur la contribution de l'incinération aux émissions des polluants et sur l'identification des dangers encourus.

ANNEXE

Risques de décès d'après les statistiques de mortalité entre 1990 et 1995

Affections cardiaques	$10,6 \cdot 10^{-2}$
Cancers des voies respiratoires	$3,1 \cdot 10^{-2}$
Suicide	$1,6 \cdot 10^{-2}$
Chutes accidentelles	$1,4 \cdot 10^{-2}$
Cancers du sein	$1,4 \cdot 10^{-2}$
Accidents de la circulation	$1,2 \cdot 10^{-2}$
SIDA	$5,5 \cdot 10^{-3}$
Noyades	$5,1 \cdot 10^{-3}$
Homicides	$8,3 \cdot 10^{-3}$
Electrocution	$7,7 \cdot 10^{-5}$

Evaluation des risques - approche générale

Dioxines - voie respiratoire (EPA)	$4,4 \cdot 10^{-5}$
Dioxines - voie alimentaire (EPA)	$7,6 \cdot 10^{-4}$
Dioxines 0,1 ng/Nm ³ - voie respiratoire	$5,6 \cdot 10^{-7}$
Dioxines 0,1 ng/Nm ³ - voie alimentaire	10^{-5}
Cadmium	10^{-7}

Evaluation des risques - approche locale

Dioxines - voie respiratoire (EPA)	$9 \cdot 10^{-5}$
Dioxines - voie alimentaire (EPA)	$7 \cdot 10^{-2}$ à $7 \cdot 10^{-3}$
Cadmium	$3 \cdot 10^{-6}$