

## Gestion des déchets ménagers et assimilés : bilan des connaissances et évaluation des effets sanitaires en population générale et au travail

LUCIE ANZIVINO-VIRICEL<sup>1</sup>

NICOLE FALETTE<sup>2</sup>

JULIEN CARRETIER<sup>2,3</sup>

LUCILE MONTESTRUCQ<sup>1</sup>

OLIVIER GUYE<sup>1</sup>

THIERRY PHILIP<sup>2</sup>

BÉATRICE FEVERS<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Observatoire régional de la santé Rhône-Alpes  
9, quai Jean-Moulin  
69001 Lyon  
France

<lucie.anzivino@ors-rhone-alpes.org>  
<lucile.monestrucq@ors-rhone-alpes.org>  
<olivier.guye@ors-rhone-alpes.org>

<sup>2</sup> Centre Léon-Béard  
Unité cancer et environnement  
28, rue Laënnec  
69373 Lyon cedex 08  
France

<nicole.falette@lyon.unicancer.fr>  
<julien.carretier@lyon.unicancer.fr>  
<thierry.philip@lyon.unicancer.fr>  
<beatrice.fervers@lyon.unicancer.fr>

<sup>3</sup> Université de Lyon 1  
EA 4129 « Santé, Individu, Société »  
Faculté de Médecine  
Laënnec  
7-11 rue Guillaume Paradin  
69372 Lyon cedex 08  
France

**Tirés à part :**  
N. Falette

Article reçu le 29 mars 2012,  
accepté le 24 juillet 2012

**Résumé.** La production croissante de déchets et leurs divers modes de gestion contribuent aux rejets dans l'environnement de substances potentiellement dangereuses qui suscitent de multiples interrogations quant à leur risque pour la santé humaine. Nous avons réalisé une revue systématique transversale des connaissances scientifiques (26 rapports de synthèse et revues systématiques et 48 études épidémiologiques) concernant l'impact de la gestion des déchets ménagers et assimilés (collecte et tri, compostage, incinération et stockage) sur la santé des populations riveraines et professionnelles et formalisé des niveaux de preuve. Chez les professionnels, en dehors des atteintes musculosquelettiques, les problèmes potentiels identifiés sont d'ordre respiratoire, gastro-intestinal et cutané, associés à l'inhalation de bioaérosols et au contact direct avec des déchets contenant certaines substances chimiques. Les pathologies identifiées dans la population vivant autour de centres de stockage et les niveaux de polluants sont dépendants de la nature des déchets enfouis, ainsi que des pratiques d'exploitation. Les pathologies identifiées dans la population générale au voisinage d'unités d'incinération sont des cancers et des troubles de la reproduction, pathologies qui n'ont pas été étudiées ou mises en évidence chez les salariés. Ces niveaux de risques apparaissant très liés aux niveaux de performances des usines d'incinération d'ordures ménagères (UIOM), la transposabilité des résultats aux installations, mises aux normes depuis 2002, est donc limitée. Notre revue transversale encourage la réalisation d'un travail plus approfondi sur les questions pour lesquelles les données sont contradictoires ou non concluantes. Les résultats incitent à des travaux de recherche dans les domaines où les données scientifiques font actuellement défaut et à mieux caractériser les expositions, notamment chez les riverains, tout en prenant en compte des facteurs de risque individuels, souvent associés à un risque plus important que les facteurs environnementaux.

**Mots clés :** gestion des déchets ; évaluation des risques ; exposition environnementale ; exposition professionnelle ; synthèse bibliographique.

### Abstract

#### **Domestic waste management: State of current knowledge and health effects assessment in general and occupational populations**

*The growing production of waste and the diverse methods by which it is managed contribute to the environmental release of hazardous substances and raise numerous questions about their risk to human health. We conducted a systematic review of the scientific literature (26 summary reports and systematic reviews and 48 epidemiological studies) on the impact of the management of household and similar waste (collection and sorting, composting, incineration and storage) on the health of waste management workers and the nearby population. We also formalized levels of evidence to grade the strength of the available evidence. In addition to musculoskeletal disorders, potential*

Pour citer cet article : Anzivino-Viricel L, Falette N, Carretier J, Montestrucq L, Guye O, Philip T, Fervers B. Gestion des déchets ménagers et assimilés : bilan des connaissances et évaluation des effets sanitaires en population générale et au travail. *Environ Risque Sante* 2012 ; 11 : 360-77. doi : 10.1684/ers.2012.0559

*health problems identified in the occupational population were respiratory, gastrointestinal, and skin disorders, associated with the inhalation of bioaerosols and direct contact with waste containing certain chemicals. Pollutant levels and diseases identified in the population living around landfills depended on the nature of the waste and the facility's operating practices. The diseases identified in the population living near incineration plants were cancer and reproductive disorders, neither of which has been studied or identified among employees. These risk levels appear closely linked to the performance levels of the municipal solid waste incinerators, and thus the transferability of these results to facilities brought up to standard since 2002 is limited. Our review indicates the utility of a more detailed examination of the issues for which data are contradictory or inconclusive. Our results also encourage further research in areas where scientific data are currently lacking and the improvement of exposure characterization, particularly of local residents, for whom we took into account individual risk factors, which were often associated with a greater risk than environmental factors.*

**Key words:** *environmental exposure; occupational exposure; review; risk assessment; waste management.*

La production croissante de déchets et leurs divers modes de gestion contribuent aux rejets dans l'environnement de substances potentiellement dangereuses qui suscitent de multiples interrogations quant à leur risque pour la santé humaine. En France, 868 millions de tonnes de déchets, dont 5 % de déchets ménagers et assimilés (DMA), ont été produits en 2008 [1]. En 40 ans, le tonnage des DMA a doublé en France, tendance liée au développement de l'économie de marché, par la production accrue des déchets issus de la consommation des ménages et des processus industriels.

Dans ce contexte, l'impact sur la santé des professionnels et des populations riveraines des installations, des différentes filières de traitements des DMA constitue une préoccupation tant pour les chercheurs que pour les décideurs politiques, les industriels et les citoyens. La question des enjeux sanitaires liés aux déchets est difficile à appréhender et donne lieu à de nombreux débats de société. Devant la diversité des polluants en présence, la multitude de modes de gestion et des différentes voies et durées d'exposition, les connaissances sont abondantes mais restent imparfaites et perfectibles. Les effets sur la santé des DMA sont divers et dépendent de la nature des déchets et de leur mode de traitement : ils peuvent être liés à la présence de matières organiques, donc de micro-organismes parfois pathogènes, à des matières combustibles susceptibles de dégager des substances nocives, ou à la présence de résidus de substances toxiques. Plusieurs enquêtes auprès de la population française ont montré en outre que la question de l'impact potentiel des déchets sur la santé humaine est une préoccupation importante, et notamment pour les populations riveraines des sites.

L'objectif de cette revue transversale est d'établir un état des connaissances scientifiques concernant l'impact sanitaire de la gestion des DMA sur la santé des populations riveraines et professionnelles. La revue s'est intéressée plus particulièrement aux DMA gérés par

les collectivités. Le présent travail s'est efforcé de mettre en évidence des domaines de convergence et de divergence des données scientifiques disponibles ainsi que d'identifier des questions de recherche où les données scientifiques font actuellement défaut.

## Méthodologie

La méthode a consisté en une revue systématique des données de la littérature scientifique relatives à l'évaluation des effets sanitaires identifiés chez les populations riveraines des unités de traitement et les professionnels du secteur, liés à quatre modes de gestion des DMA : collecte des bacs à domicile et tri des matières recyclables (papiers, plastiques, métaux, verres...), compostage (valorisation organique des déchets verts tels que feuilles mortes, tontes de gazon, tailles de haies...), incinération (brûlage des ordures ménagères collectées dans des fours spéciaux à 850 °C) et stockage (mise en « décharges »). Le terme de DMA regroupe l'ensemble des déchets produits dans le cadre de la vie quotidienne (restes de repas, emballages, électroménagers, vieux meubles, vieux vêtements, déchets verts, etc.), ainsi que les déchets industriels banals (DIB). Il s'agit de déchets d'entreprises qui ressemblent, par leur nature et leur composition, aux déchets ménagers (vieux papiers, cartons, emballages, plastiques, chutes diverses, invendus d'un marché). Les déchets dangereux et des activités de soins, des traitements de recyclage, des boues et des eaux usées et des déchets d'équipements électriques et électroniques ne font pas partie du présent travail.

La recherche bibliographique a porté sur les rapports de synthèse et revues systématiques reprenant les résultats d'études épidémiologiques publiés entre 1995 et 2009, ainsi que sur les études épidémiologiques

publiées entre 2005 et 2010 (dénommées « études individuelles » dans le présent article). La recherche bibliographique a été effectuée en langues française et anglaise dans Medline, TOXNET, BDSP, NIOSHTIC-2 et ROD avec les mots clés suivants : déchets/waste, collecte/collection, tri/sorting, incinérateur/incinerator, compostage/composting, stockage/landfill, gestion des déchets/waste management, santé/health, exposition professionnelle/occupational exposure, santé environnementale/environmental health, santé au travail/occupational health, effets secondaires/adverse effects. Nous avons également interrogé 35 sites Internet institutionnels spécialisés dans le domaine (16 en France, 10 en Europe et 9 au niveau international). Des rapports institutionnels (internationaux, européens, parlementaires) et des revues publiées par des associations ont été identifiés afin de compléter les publications académiques. Enfin, les études épidémiologiques mentionnées dans plus de trois rapports de synthèse (dénommées « études majeures »), ainsi que celles qui ont été réalisées en France, ont été analysées individuellement. Les études portant exclusivement sur l'étude des polluants et/ou l'évaluation des expositions, les études toxicologiques et les évaluations quantitatives des risques sanitaires (EQRS) n'ont pas été prises en compte dans le présent travail.

Des grilles de lecture ont été utilisées pour juger de la qualité des rapports de synthèse [2, 3] et des études épidémiologiques [4]. Les rapports de synthèse dont la qualité se conformait à moins de 5 critères sur les 12 retenus ont été écartés (tableau 1).

Afin d'évaluer la force des preuves disponibles dans la littérature pour chacun des modes de traitement des DMA, nous avons adapté une grille de niveaux de preuve à partir des échelles utilisées par cinq organisations au niveau international (tableau 2) [5-7]. L'attribution des niveaux de preuve (tableau 3 et en italiques dans le texte) repose sur le type, la qualité et la quantité des données disponibles ainsi que sur la concordance ou non de leurs résultats.

**Tableau 1.** Liste des critères pour l'analyse de la qualité méthodologique des rapports de synthèse [2, 3].

*Table 1. List of criteria for the analysis of the methodological quality of the reviews [2, 3].*

<i>Champs et objectif</i>
1. L'(les) objectif(s) du document est(sont) décrit(s) explicitement
2. La(les) question(s) couverte(s) par le document est(sont) décrite(s) explicitement
3. Les populations auxquelles le document doit s'appliquer sont décrites explicitement
<i>Participation des intervenants</i>
4. Le groupe ayant rédigé la synthèse sont des professionnels de la thématique
5. Les utilisateurs cibles du document sont clairement définis
<i>Rigueur d'élaboration du document</i>
6. Des méthodes systématiques ont été utilisées pour rechercher les preuves scientifiques
7. Il y a un lien explicite entre les conclusions et les preuves scientifiques sur lesquelles elles reposent
8. Le document a été revu par des experts externes avant sa publication
9. Les forces et les limites des preuves scientifiques sont clairement définies
<i>Clarté et présentation</i>
10. Les recommandations/conclusions sont précises et sans ambiguïté et sont facilement identifiables
<i>Applicabilité</i>
11. Les barrières potentielles à l'application des conclusions ont été discutées
<i>Indépendance éditoriale</i>
12. La rédaction du document est indépendante et sans conflits d'intérêts des membres du groupe ayant élaboré les conclusions

Adapté des grilles AGREE (*Appraisal of Guidelines Research and Evaluation*) [2] et de CONSORT statement [3].  
Adapted from the AGREE instrument [2] and CONSORT statement [3].

**Tableau 2.** Grille de qualification des « niveaux de preuve ».

*Table 2. Scale of levels of evidence.*

Niveaux de preuve	Définitions
Convaincant	Repose sur des preuves solides suffisantes pour soutenir un jugement convaincant : nombreuses synthèses dont les conclusions sont homogènes ; études initiales de bonne qualité, nombreuses et cohérentes
Probable	Repose sur des preuves suffisamment solides (nombreuses synthèses), en faveur d'une association (études individuelles bien menées et cohérentes) et dont les conclusions sont en majorité homogènes
Possible	Repose sur des preuves suggérant l'existence d'une association, mais des limites existent (nombre de synthèses disponibles limité et/ou conclusions divergentes et/ou faiblesses méthodologiques des études individuelles et/ou études individuelles aux résultats divergents)
Conclusion impossible	Repose sur des preuves limitées ne permettant pas de conclure à l'existence d'une association entre l'exposition et l'effet sur la santé (nombre de synthèses trop faible et nombre très faible d'études initiales et conclusions discordantes). L'absence de preuve ne signifie pas la preuve de l'absence d'effet

**Tableau 3.** Synthèse des résultats sur les effets sanitaires et l'exposition aux différents traitements des déchets ménagers sur les professionnels et les riverains.

Table 3. Summary of results about the health effects of exposure to different household waste treatment methods on workers and neighbors.

Pathologies	Collecte et tri		Plateformes de compostage		Usines d'incinération ancienne		génération		Installations de stockage	
	Niveau de preuve Professionnels	Niveau de preuve Riverains	Niveau de preuve Professionnels	Niveau de preuve Riverains	Niveau de preuve Professionnels	Niveau de preuve Riverains	Niveau de preuve Professionnels	Niveau de preuve Riverains	Niveau de preuve Professionnels	Niveau de preuve Riverains
Tous types cancers	-	-	-	-	Conclusion impossible	Possible chez la femme	-	-	-	Possible <sup>b</sup>
Cancer du poumon	-	-	-	-	Conclusion impossible	Possible	-	-	-	-
Cancer gastro-intestinal	-	-	-	-	Conclusion impossible	Possible	-	-	-	-
Cancer du foie	-	-	-	-	-	Possible	-	-	-	-
Cancer du sein chez la femme	-	-	-	-	-	Possible	-	-	-	-
Leucémies aiguës et chroniques (LLC)	-	-	-	-	-	Conclusion impossible	-	-	-	-
Lymphome non hodgkinien (LNH)	-	-	-	-	-	Probable	-	-	-	-
Sarcome des tissus mous (STM)	-	-	-	-	-	Probable	-	-	-	-
Troubles du développement foetal	-	-	-	-	Conclusion impossible	-	-	-	-	Possible pour petits poids à la naissance <sup>b</sup>
Malformations congénitales	-	-	-	-	-	Possible	-	-	-	Possible <sup>b</sup>

Tableau 3. (Suite)

Pathologies	Collecte et tri		Plateformes de compostage		Usines d'incinération ancienne génération		Installations de stockage	
	Niveau de preuve Professionnels Riverains	Niveau de preuve Professionnels Riverains	Niveau de preuve Professionnels Riverains	Niveau de preuve Professionnels Riverains	Niveau de preuve Professionnels Riverains	Niveau de preuve Professionnels Riverains	Niveau de preuve Professionnels Riverains	Niveau de preuve Professionnels Riverains autour des sites étrangers
Troubles de la reproduction	-	-	-	-	Possible	-	-	-
Troubles respiratoires aigus	Convaincant	-	Convaincant	Possible	Possible	Conclusion impossible	Conclusion impossible <sup>a</sup>	Conclusion impossible <sup>b</sup>
Troubles respiratoires chroniques	Conclusion impossible	-	Conclusion impossible	-	-	-	-	Conclusion impossible
Troubles cardiovasculaires	-	-	-	-	Conclusion impossible	Conclusion impossible	-	-
Symptômes divers/subjectifs	-	-	-	Possible	-	-	Conclusion impossible <sup>a</sup>	Conclusion impossible <sup>b</sup>
Troubles dermatologiques	Conclusion impossible	-	Possible	-	-	-	Conclusion impossible <sup>a</sup>	Conclusion impossible <sup>b</sup>
Troubles gastro-intestinaux	Probable	-	Possible	-	-	-	Conclusion impossible <sup>a</sup>	Conclusion impossible <sup>b</sup>
Troubles musculosquelettiques (TMS)	Convaincant	-	-	-	-	-	-	-
Maladies infectieuses	Convaincant <sup>b</sup>	-	-	-	-	-	-	-
Troubles oculaires	Conclusion impossible	-	Possible	-	-	-	Conclusion impossible <sup>a</sup>	Conclusion impossible <sup>b</sup>

(-) : pas de données disponibles/no data available.

<sup>a</sup> Sur la base des données françaises/based on French data.<sup>b</sup> Issu des données à l'étranger ne répondant pas aux mêmes critères pour le stockage des déchets/from foreign data not meeting the same criteria for waste storage.

Un groupe interdisciplinaire de dix experts, issus des domaines de la santé publique, de la santé au travail, de l'épidémiologie, de l'environnement, des déchets, de la maîtrise de l'énergie et de la toxicologie, a été consulté pour la validation de la grille des niveaux de preuve ainsi que pour la discussion des conclusions. Ces professionnels ont signé une déclaration de conflits d'intérêts.

## Résultats

Un total de 1 011 rapports de synthèse et revues systématiques et 140 études épidémiologiques ont été identifiés par la recherche documentaire, dont respectivement 219 (22 %) et 54 (39 %) ont satisfait aux critères d'inclusion. Après analyse critique selon les grilles de lecture, seuls 26 rapports de synthèse et revues systématiques (12 %) et 19 études épidémiologiques (35 %) (Annexe 1), publiées depuis 2005, ont été inclus dans le rapport final [8]. De plus, 29 études issues des rapports ont été analysées (Annexe 1).

### Collecte et tri

Chaque année en France, environ 47 millions de tonnes de DMA sont collectées par le service public, soit un ratio par habitant de 588 kg par an. Les centres de tri reçoivent les déchets issus de la collecte sélective, en augmentation puisque les quantités collectées sont passées de 69 à 74 kg par habitant entre 2005 et 2009 [1]. Même si la collecte et le tri des DMA sont deux modes de gestion très différents, on constate que la majorité des études regroupent les deux procédés.

Huit rapports de synthèse publiés entre 1995 et 2009 sur les effets sanitaires encourus par les travailleurs, une au Danemark [9], six en France [10-15] et une en Italie [16], ont été retenus. Dans les rapports de synthèse, les auteurs font référence aux six études majeures réalisées au Danemark [17-20], au Pays-Bas [21] et au Royaume-Uni [22]. Six études individuelles publiées entre 2005 et 2010 ont été retenues, une en Europe [23] et les autres dans des pays étrangers (Brésil [24, 25], Grèce [26, 27], Inde [28]).

Dans ces études, les effets sur la santé des salariés sont bien documentés. Ces filières exposent les travailleurs essentiellement à des poussières d'agents biologiques dispersés dans l'air (bioaérosols), et à des composés organiques volatils non microbiens dans des environnements confinés. En revanche, très peu de données ont été retrouvées sur les riverains. Le contraste des contextes étudiés (Brésil, Grèce, Danemark, Inde) limite la comparabilité des résultats. Cependant, le choix d'inclure ces études a été fait afin d'avoir une vision globale des impacts sanitaires des activités de collecte et de tri.

Les études retenues montrent une fréquence importante de troubles respiratoires aigus et de troubles gastro-

intestinaux, souvent liés aux bioaérosols présents dans les ambiances de travail. Les données suggèrent une *association convaincante* entre la survenue de troubles respiratoires aigus et l'exposition de ces professionnels (tableau 3). Néanmoins, si les effets à court terme sont bien documentés, les effets à long terme restent mal connus et les données disponibles *ne permettent pas de conclure* quant à l'existence d'une éventuelle association entre troubles respiratoires chroniques et exposition des salariés.

Les troubles digestifs rapportés dans la littérature sont principalement des diarrhées, des vomissements et des nausées, qui touchent aussi bien les professionnels de la collecte que ceux du tri. Les données permettent d'établir une *association probable* entre le taux élevé de polluants d'origine microbienne présents dans l'atmosphère au niveau des postes de travail et la survenue de ces troubles gastro-intestinaux. Par ailleurs, les données disponibles sont *insuffisantes pour conclure* à une augmentation de risques de troubles dermatologiques et oculaires. En revanche, il existe une *association convaincante* entre la survenue de troubles musculosquelettiques (TMS) et les gestes et postures de travail des salariés, cela aussi bien pour la collecte que pour le tri des DMA [24, 25, 29].

Dans certains pays (Grèce et Brésil), les études montrent une augmentation du risque de contamination par l'hépatite B pour les professionnels ayant été exposés à du sang par le biais de matériel médical présent dans les ordures ménagères, suggérant un niveau de preuve *convaincant*. Cependant, ce risque reste très faible en France (un seul cas de séroconversion professionnelle au VIH avant 2007 – [www.inrs.fr/eficatt](http://www.inrs.fr/eficatt)), en raison des mesures réglementaires (articles R.1335-1 à R.1335-14 du code de la santé publique – [www.legifrance.gouv.fr](http://www.legifrance.gouv.fr)) et sanitaires en vigueur pour les déchets d'activités de soins.

### Plateformes de compostage

Le compostage est un procédé de traitement biologique, aérobie, en conditions contrôlées, des matières fermentescibles contenues dans les déchets. Il peut se réaliser sur différents types de déchets : déchets verts, fraction fermentescible d'ordures ménagères, biodéchets collectés sélectivement. En France, environ 800 plateformes ont produit 4 Mt de compost en 2009.

Neuf rapports de synthèse [11, 13, 15, 16, 30-34] portent sur les symptômes et maladies survenus chez des salariés des centres de compostage dont quatre [15, 30, 32, 33] analysent également les effets sanitaires chez les riverains. Dans les revues de synthèse, les auteurs font référence à quatre études majeures (Annexe 1) [35-38]. Deux études individuelles publiées entre 2005 et 2010 viennent compléter cette revue [39, 40]. Les études sur les risques sanitaires liés au compostage concernent surtout les professionnels, les effets dans les populations riveraines sont moins documentés. Les principales

expositions liées au compostage des déchets comprennent des émissions atmosphériques chimiques (divers gaz et poussières) et des microorganismes et toxines. Leurs natures sont variables en fonction de la nature des déchets et étapes de traitement.

Chez les professionnels de plateformes de compostage, les résultats montrent une *association convaincante* entre l'exposition aux bioaérosols et le risque d'inflammation aiguë et transitoire des muqueuses respiratoires (même si les taux des bioaérosols dans l'air peuvent varier considérablement d'un site à l'autre) (*tableau 3*). Concernant les troubles respiratoires chroniques, il est *impossible de conclure* car une seule étude [39] rapporte une augmentation significative du nombre de cas de bronchite chronique chez des employés exposés pendant cinq ans sur leur lieu de travail. Les données disponibles concernant le risque de maladies allergiques et d'altération de la fonction respiratoire à long terme sont *insuffisantes pour conclure*. Enfin, les résultats des données de la littérature suggèrent une *association possible* entre l'exposition aux agents biologiques et une augmentation des troubles gastro-intestinaux, dermatologiques et des irritations oculaires. Une seule étude individuelle aborde le risque de cancer chez les travailleurs [40] qui semble augmenté, mais les données *ne permettent pas de conclure*. L'analyse des études montre la difficulté de caractériser de façon fiable les expositions sur le plan individuel limitant la possibilité de conclure quant à l'importance des risques. Par ailleurs, il n'est pas possible d'exclure l'existence d'un possible effet du travailleur sain.

Chez les riverains, les données disponibles apportent des arguments en faveur d'une *association possible* entre symptômes divers (nausées, maux de tête, vomissements, fatigue) et exposition aux émissions des plateformes de compostage (*tableau 3*). Une étude menée en Allemagne suggère des risques de bronchite, de difficultés respiratoires (dyspnée) et de toux chez les personnes ayant résidé plus de cinq ans à moins de 200 m, sous le vent d'un site de compostage [35]. Les résultats sont en faveur d'une *association possible* entre la survenue de troubles respiratoires et l'exposition aux émissions des plateformes de compostage chez les riverains.

### Usines d'incinération d'ordures ménagères (UIOM)

En France, en 2008, 13 millions de tonnes de DMA ont été incinérées sur les 47 millions de tonnes collectés par le service public, soit 28,7 % [1]. Avec 130 incinérateurs en 2010, la France représente le plus grand parc d'Europe en nombre, mais non en capacité. Le type et la concentration des substances émises dépendent essentiellement du procédé d'incinération, du type de déchets brûlés, des conditions de combustion et du dispositif de traitement des fumées. Certaines substances sont inhérentes à la nature des déchets incinérés, d'autres sont formées au

cours de la combustion incomplète des déchets, ou encore lors du refroidissement des gaz. Les principales substances concernées sont l'oxyde de carbone (CO), les oxydes d'azote (NOx), le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), l'acide chlorhydrique (HCl), les dioxines et furanes (PCDD/F) et les polychlorobiphényles (PCB), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), les poussières et des métaux lourds (aluminium, arsenic, cadmium, cobalt, chrome, cuivre, fer, manganèse, mercure, nickel, plomb, zinc). Les usines d'incinération sont réglementées par l'arrêté ministériel du 20 septembre 2002 (modifié le 3 août 2010) qui constitue une transposition en droit national de la directive européenne du 4 décembre 2000. L'adaptation des technologies à l'évolution de la réglementation entre 1995 et 2010 a conduit à une division de l'émission des dioxines des UIOM par un facteur supérieur à 100 (de 1 090 à 8,5 g par an). Parallèlement, les émissions de métaux ont diminué (huit fois moins de mercure et 12 fois moins de plomb).

Treize rapports de synthèse publiés entre 2001 et 2009 [15, 16, 30, 31, 33, 41-48] ont été retenus. Six rapports de synthèse concernent les professionnels exposés aux incinérateurs dont cinq s'intéressent aux troubles respiratoires, cardiaques, digestifs et troubles de la reproduction [16, 30, 41, 42, 44], un seul aborde les cancers [43]. Dans les rapports de synthèse, neuf études majeures sont incluses de façon récurrente et en particulier des études réalisées en France [49-53], en Italie [54], en Suède [55], en Grande-Bretagne [56, 57] et aux États-Unis (*Annexe 1*) [58]. Sept études individuelles publiées entre 2005 à 2010 ont été analysées [58-64]. L'ensemble des études porte sur des périodes antérieures à la mise aux nouvelles normes des UIOM. Les résultats sur les effets possibles d'une exposition aux rejets des UIOM sur la santé de la population riveraine et les professionnels apparaissent fortement liés aux niveaux de performances des installations. La transposabilité des données aux UIOM fonctionnant selon les normes en vigueur depuis 2002 est donc limitée. Aucune des études qui rapportent un risque n'a été réalisée sur des installations conformes aux normes européennes actuellement en vigueur.

Depuis plus de 10 ans, l'incinération reste le mode de traitement des déchets le plus documenté, notamment en France, avec des études plus nombreuses pour les riverains que pour les professionnels. Seules deux études, publiées depuis 2005, concernent les effets sur la santé des salariés d'UIOM, une en France sur la fonction pulmonaire [59], et l'autre en Italie, sur la survenue de troubles du développement fœtal et d'anomalies congénitales [60]. Ces troubles ont également été étudiés chez les riverains dans trois études individuelles récentes, deux en Europe [61, 62] et une à Taiwan [63]. En 2007, une étude italienne [64] étudie le risque de sarcome lié aux émissions de dioxines d'incinérateurs. Une étude française, publiée en 2008, analyse l'incidence des cancers à proximité des usines d'incinérations [65]. L'ensemble des 13 rapports de synthèse s'intéresse également aux effets

sanitaires chez les riverains. Les principaux effets sanitaires étudiés sont les troubles respiratoires, l'apparition de cancers et les troubles de la reproduction et du développement des enfants.

Chez les professionnels, les résultats des études analysées sont en faveur d'une *association possible* entre l'exposition aux rejets d'UIOM et l'apparition d'effets sur les voies respiratoires (tableau 3). Il est *impossible de conclure* concernant les autres effets sanitaires. Les rares données disponibles à l'étranger concernant les professionnels des incinérateurs *ne permettent pas d'apporter de conclusions* ni pour les cancers ni pour les troubles de la reproduction.

Chez les riverains, les données montrent une *augmentation possible* de la fréquence globale de tous types de cancers chez la femme, et en particulier du cancer du sein, ainsi que pour les deux sexes, une augmentation de la fréquence du cancer du poumon, des cancers gastro-intestinaux et du cancer du foie (tableau 3). Les résultats des études évoquent également un *probable excès de risque* de lymphomes malins non hodgkiniens et de sarcomes des tissus mous pour les deux sexes. Les données d'une étude française permettent d'évoquer une *association possible* entre l'exposition aux rejets d'incinérateurs et la survenue de malformations congénitales urinaires chez des enfants nés de mères exposées aux rejets [62].

## Centres de stockage

Le stockage représente une part importante du traitement des DMA en France, environ 12 millions de tonnes de déchets sont stockés en installations de stockage de déchets non dangereux (ISDND) [1]. Des mesures de rejets atmosphériques dans des sites de stockage des DMA ont montré la présence de composés organiques volatils, d'hydrocarbures, de benzène et trichlorobenzène [66, 67].

Onze rapports de synthèse ont été analysés, trois s'intéressent aux troubles de santé chez les travailleurs [13, 16, 68]. Dix concernent les riverains [16, 30, 31, 33, 46, 47, 68-71]. Dans les revues de synthèse, les auteurs font référence à six équipes de recherche qui ont mené des études sur des sites de stockage étrangers dont deux en Amérique du Nord [72, 73], les autres en Europe (Annexe 1) [74-77]. Pour la période de 2005 à 2010, quatre études individuelles ont été retenues, deux portent sur les populations riveraines [78, 79], et deux autres sur les travailleurs [66, 80]. La présence de déchets industriels dangereux non présents dans les DMA français et/ou l'absence de précisions sur la nature des déchets stockés ou les modes de gestion limitent la transposabilité des résultats de ces études au contexte français [66, 73-75, 77].

Chez les professionnels, une seule étude a été réalisée en France sur deux centres de stockage des DMA [67]. Les résultats de cette étude montrent une augmentation des symptômes respiratoires (épisodes de toux, troubles rhinopharyngés, états grippaux) et d'autres symptômes

divers comme des troubles gastro-intestinaux, oculaires et dermatologiques. D'autres troubles non spécifiques, comme des céphalées ou des vertiges, sont retrouvés dans une étude d'un grand site en Arabie Saoudite [80]. Toutefois, l'insuffisance des données et les disparités des modes de gestion et de la nature des déchets d'un pays à l'autre *ne permettent pas de conclure* à une éventuelle association entre la survenue de ces troubles et l'exposition aux polluants chez les employés des ISDND. Deux études sur des travailleurs de sites recevant des déchets non dangereux et industriels dangereux (déchets mixtes) aux États-Unis [72] et en Inde [66] montrent une *association possible* entre troubles respiratoires, dermatologiques, cutanés et neurologiques et l'exposition aux polluants émis par ces installations.

En population générale, une étude italienne récente [79], autour de plus de 200 différents sites de stockage (déchets uniquement ménagers et/ou déchets dangereux), renforce deux études réalisées au Canada [82] et en Grande-Bretagne [76]. Ces données sont en faveur d'une *possible association* entre l'exposition à ce type d'installations de stockage et le risque de survenue de cancers chez les riverains (tableau 3). Toutefois, les données sont *insuffisantes pour conclure* à une association entre cette exposition et un type spécifique de cancer. Par ailleurs, deux études de grande envergure, une canadienne [73] et une britannique [75], concluent à une *association possible* entre le taux d'enfants de faible poids à la naissance et la présence de décharges à proximité du lieu de résidence des mères. Concernant les effets non spécifiques, les résultats *ne permettent pas de conclure* à une association entre la survenue de ces troubles et le fait d'habiter à proximité d'une ISDND. En effet, il semble difficile de déterminer si ces troubles sont la conséquence des polluants émis par les sites ou s'ils sont liés à la seule inquiétude des populations.

## Accidents du travail

Devant le manque d'études portant sur la problématique des accidents de travail (AT) chez les professionnels du traitement des DMA, nous avons complété notre revue de la littérature par une analyse des données de la Caisse nationale d'assurance maladie des travailleurs salariés (CNAMTS) relatives aux AT pour l'année 2008 [83]. Ces données concernent la fréquence des accidents ayant entraîné une interruption de travail d'un jour complet pour les travailleurs du régime général de la Sécurité sociale (secteur privé), elles ne concernent pas les maladies professionnelles et les accidents de trajet.

Comparé à l'ensemble des neuf grandes branches d'activité ou Comités techniques nationaux (CTN), le nombre d'AT pour 1 000 salariés était plus élevé dans les trois filières d'activité étudiées, avec en 2008 respectivement 79 (collecte), 76 (traitement) et 42 AT (incinération) contre 38 AT pour l'ensemble des branches d'activité.



Quelle que soit la filière de gestion des déchets, les douleurs, les lombagos et les contusions représentent toujours la plus grande part des AT avec arrêt. En ce qui concerne les éléments matériels, les accidents dus à des objets en cours de manipulation, les accidents de plain-pied ainsi que les chutes avec dénivellation constituent la première cause d'arrêt de travail. Par ailleurs, les accidents touchent en majorité les ouvriers, catégorie socio-professionnelle la plus représentée dans ce secteur d'activité. L'analyse des statistiques nationales d'AT de la CNAMTS est cohérente avec celle des données de la littérature [9, 10, 29]. Elle montre une association convaincante entre la fréquence des AT qui donnent suite à des arrêts de travail et le fait d'exercer une activité professionnelle dans les domaines de la collecte ou du traitement des DMA. Cette tendance semble se vérifier dans le temps, hormis pour la filière incinération qui, depuis 2008, a vu son indice de fréquence des AT diminuer.

## Discussion

La présente étude constitue une synthèse transversale des travaux épidémiologiques conduits pour quatre modes de gestion des DMA. Elle s'intéresse aux effets sur la santé observés tant chez les employés de ces installations que dans les populations vivant à proximité. La précision de « niveaux de preuve », selon une grille formalisée, constitue un point fort du présent travail.

L'analyse montre que les données disponibles ne sont pas également réparties selon les pays, les modes de gestion des déchets ménagers étudiés et les populations ciblées. Ainsi, les études sur l'impact des UIOM sont plus nombreuses que celles concernant les trois autres modes de gestion des DMA analysés dans le présent article (collecte et tri, installations de stockage, plateformes de compostage). Sur un plan géographique, les études réalisées sur des installations françaises sont relativement rares, à l'exception des études portant sur les UIOM. Les effets sanitaires étudiés chez les salariés et chez les riverains ne sont pas du même ordre.

Les données disponibles montrent qu'aucun mode de gestion des DMA n'est exempt de risque. Cependant, les associations entre les différents modes de gestion des DMA et le risque pour la santé des professionnels et des populations riveraines sont le plus souvent d'un faible niveau de preuve (*possible* ou *conclusion impossible*). Les principaux troubles associés à un niveau de preuve *convaincant* sont chez les professionnels de la collecte, du tri et du compostage : atteintes musculosquelettiques (TMS), troubles respiratoires aigus, gastro-intestinaux, cutanés, oculaires et divers (nausées, maux de tête) et maladies infectieuses. Ces troubles, hors TMS, apparaissent principalement du fait de l'inhalation de bioaérosols et au contact direct avec des déchets contenant certaines substances chimiques toxiques.

Les études portant sur les incinérateurs ont été réalisées sur des installations fonctionnant avec un système de traitement des fumées non conforme aux normes européennes actuellement en vigueur. Ces études d'envergure se sont notamment intéressées aux cancers, aux malformations congénitales et aux troubles du développement fœtal, pathologies qui n'ont pas été étudiées ou mises en évidence chez les salariés. Bien que certains risques mis en évidence dans ces études s'accompagnent d'un niveau de preuve *probable*, ces risques apparaissent très liés aux niveaux de performances des installations : la transposabilité des résultats aux installations mises aux normes depuis 2002 est donc limitée. Concernant les installations de stockage, les données disponibles, issues essentiellement d'études menées à l'étranger, suggèrent que l'impact sur la santé des professionnels et populations riveraines dépend de la nature des déchets stockés (présence de déchets dangereux notamment) et des pratiques d'exploitation. Le niveau de preuve attribué aux associations suggérées par ces études est faible (*possible* ou *conclusion impossible*) et la transposabilité dans le contexte français est limitée. Des biais liés au ressenti des populations ne peuvent pas être exclus pour les troubles décrits, du fait de leur caractère subjectif et non spécifique.

Devant la multitude de données à analyser dans une approche transversale, les rapports de synthèse permettent de rassembler les connaissances publiées et d'identifier les domaines de convergence et de divergence des données scientifiques disponibles. Mais parfois, la comparabilité des résultats est limitée ou les données sont trop peu nombreuses pour pouvoir conclure. Même s'il existe des règles d'élaboration et de publication d'un rapport de synthèse, faisant l'objet de consensus internationaux [2, 3], celles-ci ne sont pas toujours appliquées. Ainsi après analyse de leur qualité, seulement un quart des rapports et revues éligibles ont été inclus dans le présent travail. Plus particulièrement, les critères d'inclusion et d'exclusion des études individuelles ne sont pas toujours mentionnés, la langue de recherche bibliographique est souvent restreinte à l'anglais, et une surreprésentation des études ayant des résultats statistiquement significatifs est fréquente. De ce fait, l'élaboration d'une synthèse, à partir de revues, peut amplifier les biais de sélection. L'analyse exhaustive des études individuelles, publiées depuis 2005, permet de pallier au moins partiellement ce problème.

Les délais d'apparition de certaines pathologies, telles que les cancers, peuvent atteindre plusieurs années, postérieures au début de l'exposition. Ces paramètres impliquent que les études disponibles pour ces pathologies portent le plus souvent sur des installations ayant fonctionné dans le passé limitant la transposabilité des résultats observés. Enfin, les effets sanitaires s'inscrivent souvent dans le domaine des risques faibles associés à des expositions multiples et pour lesquelles il n'existe souvent pas d'effets spécifiques. Le manque de données

relatives aux émissions et les difficultés à caractériser avec précision les expositions conduit parfois à des résultats contradictoires ou trop peu concluants.

## Conclusion et perspectives

Tout en incitant à la réduction de la production des déchets, notre revue transversale encourage la réalisation d'un travail plus approfondi sur les questions pour lesquelles les données scientifiques sont contradictoires ou non concluantes, comme par exemple le risque de troubles respiratoires chroniques chez les professionnels de la collecte et du tri et des plateformes de compostage ou encore l'attribution des troubles observés à des polluants spécifiques. En effet, seul un ensemble de données épidémiologiques, toxicologiques et expérimentales permettrait de juger de la plausibilité d'un lien causal entre une exposition et un effet sur la santé. Nos résultats incitent aussi à des travaux de recherche dans les domaines où les données font défaut, comme par exemple la méthanisation ou les UIOM mises aux normes. Pour ces dernières, il pourrait être intéressant d'initier chez les professionnels, la mise en place d'études prospectives longitudinales. Chez les riverains des UIOM, il convient de rester prudent et de ne pas tirer de conclusions définitives avant que des études complémentaires permettent de mieux documenter les niveaux d'exposition. En population générale, la caractérisation des expositions reste complexe à réaliser, du fait notamment des expositions multiples et de la difficulté de prendre en compte les facteurs de risques individuels

dans les analyses. Par ailleurs, les rejets plus importants des années 1990 ont certainement entraîné une contamination rémanente des sols, qui soulève des questions relatives à l'exposition par ingestion d'aliments produits localement. De plus, des études sur les odeurs et le bruit permettraient d'étudier l'impact sur la qualité de vie des populations riveraines.

Les conclusions du présent rapport peuvent évoluer avec de nouvelles données scientifiques nécessitant l'actualisation de ce travail. Il pourrait être pertinent de mettre en place une veille des nouvelles études publiées. ■

## Remerciements et autres mentions

Les auteurs remercient toutes les personnes ressources et experts consultés pour l'élaboration du rapport scientifique de synthèse des données de la littérature : E. Adler (Aconsult), E. Amar (Institut génomutation), P. Bajeat (ADEME), C. Boudet (Ineris), B. Charbotel (UMRESTTE), S. Cordier (Inserm), M. Colonna (Registre des cancers), I. Déportes (ADEME), P. Empereur-Bissonnet (InVS), Y. Perrodin (ENTPE de Lyon). Qu'ils soient vivement remerciés pour leur aide. Le contenu et les conclusions du travail n'engagent que les auteurs et non les personnes ressources et experts consultés. Nous remercions le Dr. Anne Bataillard pour son travail de recherche bibliographique et d'analyse.

**Financement** : ce travail a reçu le soutien financier d'AMORCE et de la région Rhône-Alpes sans aucune implication dans sa phase d'élaboration ; **conflits d'intérêts** : aucun.

## Références

1. Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME). *Enquête installations de traitement des ordures ménagères (ITOM)*. Angers : ADEME, 2010.
2. AGREE Collaboration. *Appraisal of guidelines for research and evaluation instrument*. London : St George's Hospital Medical School, 2002.
3. Altman DG, Schulz KF, Moher D, et al. CONSORT group (consolidated standards of reporting trials). The revised CONSORT statement for reporting randomized trials: explanation and elaboration. *Ann Intern Med* 2001 ; 134 : 663-94.
4. von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP. STROBE Initiative. The strengthening the reporting of observational studies in epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *Lancet* 2007 ; 370 : 1453-7.
5. International Agency for Research on Cancer (IARC). *Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans*. Lyon, France. 2006 (<http://monographs.iarc.fr/ENG/Preamble/currentb6evalrational0706.php> ; consulté le 12.12.2010).
6. United States Environmental Protection Agency (EPA-US). [http://www.epa.gov/raf/publications/pdfs/CA%20GUIDELINES\\_1986.PDF](http://www.epa.gov/raf/publications/pdfs/CA%20GUIDELINES_1986.PDF) (consulté le 12.12.2010).
7. World Cancer Research Fund, American Institute for Cancer Research (WCRF/AICR). *Food, nutrition, physical activity, and the prevention of cancer: a global perspective*. Washington (DC) : AICR, 2007.
8. Unité cancer environnement, centre Léon-Bérard, Observatoire régional de la santé en Rhône-Alpes. *L'évaluation des effets sanitaires liés à la gestion des déchets ménagers et assimilés*. Rapport scientifique et annexes. Lyon : Observatoire Régional de la Santé Rhône-Alpes, 2010.
9. Poulsen OM, Breum NO, Ebbelho N, et al. Collection of domestic waste. Review of occupational health problems and their possible causes. *Sci Total Environ* 1995 ; 170 : 1-19.
10. Saillard C, Breton I, Chabaud F, Bouffard B. *Les risques liés au traitement des ordures ménagères pour les professionnels et les populations riveraines*. Poitou-Charentes : Observatoire régional de la santé, 2001.

11. Deloraine A, Hedreville L, Arthus C. *Étude bibliographique sur l'évaluation des risques liés aux bioaérosols générés par le compostage des déchets*. Grenoble ; Angers : Centre alpin de recherche épidémiologique prévention sanitaire (CAREPS) ; Agence de l'énergie et de la maîtrise de l'environnement (ADEME), 2002.
12. Nedellec V, Mosqueron L. Recensement des agents émis lors des déversements d'ordures ménagères en situation professionnelle et identification des dangers par inhalation. *Environ Risque Sante* 2002 ; 1 : 164-78.
13. Hours M, Réseau coopératif de recherche sur les déchets. *État des connaissances sur les microorganismes dans la filière déchets*. Lyon : Réseau coopératif de recherche sur les déchets, 2003.
14. Rosenberg N. Affections respiratoires professionnelles non infectieuses dues aux agents biologiques. Secteur des déchets : collecte, tri et valorisation. *DMT* 2007 ; (110) : 229-36.
15. Saint-Ouen M, Camard JP, Host S, Gremy I. Données épidémiologiques récentes sur les effets sanitaires des installations de traitement des déchets ménagers et assimilés. Observatoire régional de la santé Île de France. *Environ Risque Sante* 2008 ; 7 : 27-35. doi: 10.1684/ers.2008.0129
16. Porta D, Milani S, Lazzarino AI, Perucci CA, Forestiere F. Systematic review of epidemiological studies on health effects associated with waste management of solid waste. *Environ Health* 2009 ; 8 : 60-74.
17. Sigsgaard T, Abel A, Donbaek L, Malmros P. Lung function changes among recycling workers exposed to organic dust. *Am J Ind Med* 1994 ; 25 : 69-72.
18. Sigsgaard T, Hansen J, Malmros P. Biomonitoring and work related symptoms among garbage handling workers. *Ann Agric Environ Med* 1997 ; 4 : 107-12.
19. Malmros P, Sigsgaard T, Bach B. Occupational health problems due to garbage sorting. *Waste Manag Res* 1992 ; 10 : 227-34.
20. Ivens UI, Breum NO, Ebbehoj N, Nielsen BH, Poulsen OM, Wurtz H. Exposure-response relationship between gastrointestinal problems among waste collectors and bioaerosol exposure. *Scand J Work Environ Health* 1999 ; 25 : 238-45.
21. Wouters IM, Hilhorst SK, Kleppe P, Doekes G, Douwes J, Peretz C. Upper airway inflammation and respiratory symptoms in domestic waste collectors. *Occup Environ Med* 2002 ; 59 : 106-12.
22. Gladding T, Thorn J, Stott D. Organic dust exposure and work-related effects among recycling workers. *Am J Ind Med* 2003 ; 43 : 584-91.
23. Kuijjer PF, van der Beek AJ, van Dieen JH, Visser B, Frings-Dresen MH. Effect of job rotation on need for recovery, musculoskeletal complaints, and sick leave due to musculoskeletal complaints: a prospective study among refuse collectors. *Am J Ind Med* 2005 ; 47 : 394-402.
24. Da Silva MC, Fassa AG, Kriebel D. Musculoskeletal pain in ragpickers in a southern city in Brazil. *Am J Ind Med* 2006 ; 49 : 327-36.
25. Da Silva MC, Fassa AG, Siqueira CE, et al. World at work: Brazilian ragpickers. *Occup Environ Med* 2005 ; 62 : 736-40.
26. Dounias G, Kypraiou E, Rachiotis G, Tsovilli E, Kostopoulos S. Prevalence of hepatitis B virus markers in municipal solid waste workers in Keratsini (Greece). *Occup Med* 2005 ; 55 : 60-3.
27. Dounias G, Rachiotis G. Prevalence of hepatitis A virus infection among municipal solid-waste workers. *Int J Clin Pract* 2006 ; 60 : 1432-6.
28. Yogesh SD, Zodpey SP. Respiratory morbidity among street sweepers working at Hanumannagar Zone of Nagpur Municipal Corporation, Maharashtra. *Indian J Public Health* 2008 ; 52 : 147-9.
29. Poulsen OM, Breum NO, Ebbeho N, et al. Sorting and recycling of domestic waste. Review of occupational health problems and their possible causes. *Sci Total Environ* 1995 ; 168 : 33-56.
30. Pheby D, Grey M, Giusti L, Saffron L. *Waste management and public health: the state of the evidence. A review of the epidemiological research on the impact of waste management activities on health*. Bristol : South West Public Health Observatory (SWPHO), 2002.
31. Department for Environment Food and Rural Affairs (DEFRA). *Review of environmental and health effects of waste management: municipal solid waste and similar wastes*. London : DEFRA Publications, 2004.
32. Domingo JL, Nadal M. Domestic waste composting facilities: a review of human health risks. *Environ Int* 2009 ; 35 : 382-9.
33. Giusti L. A review of waste management practices and their impact on human health. *Waste Manag* 2009 ; 29 : 2227-39.
34. Schlosser O, Huyard A. Les bioaérosols en plateforme de compostage : exposition et risque professionnel. *Environ Risque Sante* 2008 ; 7 : 37-45. doi: 10.1684/ers.2008.0134
35. Herr CEW, Zur Nieden A, Jankofsky M, Stilianakis NI, Boedeker RH, Eikmann TF. Effects of bioaerosols polluted outdoor air on airways of residents: a cross sectional study. *Occup Environ Med* 2003 ; 60 : 336-42.
36. Haldal KK, Halstensen AS, Thorn J, Eduard W, Halstensen TS. Airway inflammation in waste handlers exposed to bioaerosols assessed by induced sputum. *Eur Respir J* 2003 ; 21 : 641-5.
37. Bünger J, Antlauf-Lammers M, Schulz TG. Health complaints and immunological markers of exposure to bioaerosols among biowaste collectors and compost workers. *Occup Environ Med* 2000 ; 57 : 458-64.
38. Bünger J, Schappler-Scheele B, Hilgers R, Hallier E. A 5-year follow-up study on respiratory disorders and lung function in workers exposed to organic dust from composting plants. *Int Arch Occup Environ Health* 2007 ; 80 : 306-12.
39. Schlosser O, Huyard A, Cartnick K, Yañez A, Catalán V, Quang ZD. Bioaerosol in composting facilities: occupational health risk assessment. *Water Environ Res* 2009 ; 81 : 866-77.
40. Nadal M, Inza I, Schuhmacher M, Figueras MJ, Domingo JL. Health risks of the occupational exposure to microbiological and chemical pollutants in a municipal waste organic fraction treatment plant. *Int J Hyg Environ Health* 2009 ; 212 : 661-9.
41. Hu SW, Shy CM. Health effects of waste incineration: a review of epidemiologic studies. *J Air Waste Manage Assoc* 2001 ; 5 : 1100-9.
42. Institut de veille sanitaire (InVS). *Évolution de l'incidence et de la mortalité par cancer en France de 1978 à 2000*. Saint-Maurice : InVS, 2003.
43. Franchini M, Rial M, Buiatti E, Bianchi F. Health effects of exposure to waste incinerator emissions: a review of epidemiological studies. *Ann Ist Super Sanita* 2004 ; 40 : 101-15.
44. Ministère de l'Écologie, du Développement durable, de l'Aménagement du territoire (MEDDAT). *Les incinérateurs d'ordures ménagères : quels risques ? Quelles politiques ?* Paris : éditions décembre, 2004.
45. Observatoire régional de la santé d'Île-de-France (ORSIdF). *Le traitement des déchets ménagers et assimilés en Île de France. Considérations environnementales et sanitaires*. Paris : Observatoire régional de la santé Ile de France, 2007.
46. Associazione Italiana di Epidemiologia (AIE). *Waste processing and health. A position document of the Italian*

Association of Epidemiology. *Ann Ist Super Sanita* 2008 ; 44 : 301-6.

47. Mitis F, Martuzzi M. *Population health and waste management: scientific data and policy options*. Report of WHO workshop. Geneva: World Health Organisation (WHO), 2007.

48. Cormier SA, Lomnicki S, Backes W, Dellinger B. Origin and health impacts of emissions of toxic byproducts and fine particles from combustion and thermal treatment of hazardous wastes and materials. *Environ Health Perspect* 2006 ; 114 : 810-7.

49. Hours M, Anzivino-Viricel L, Maitre A, et al. Morbidity among municipal waste incinerator workers: a cross-sectional study. *Int Arch Occup Environ Health* 2003 ; 76 : 467-72.

50. Cordier S, Chevrier C, Robert-Gnansia E, Lorente C, Brula P, Hours M. Risk of congenital anomalies in the vicinity of municipal solid waste incinerators. *Occup Environ Med* 2004 ; 61 : 8-15.

51. Institut de veille sanitaire (InVS). *Étude d'imprégnation par les dioxines des populations vivant à proximité d'usines d'incinération d'ordures ménagères. Synthèse des résultats*. Saint-Maurice : InVS, 2006.

52. Viel JF, Daniau C, Gorla S, et al. Risk for non Hodgkin's lymphoma in the vicinity of French municipal solid waste incinerators. *Environ Health* 2008 ; 29 : 7-51.

53. Floret N, Mauny F, Challier B, Arveux P, Cahn JY, Viel JF. Dioxin emissions from a solid waste incinerator and risk of non-Hodgkin lymphoma. *Epidemiology* 2003 ; 14 : 392-8.

54. Rapiti E, Sperati A, Fano V, Dell'Orco V, Forastiere F. Mortality amongst workers at municipal waste incinerators in Rome: a retrospective cohort study. *Am J Ind Med* 1997 ; 31 : 659-61.

55. Gustavson P. Mortality among workers at a municipal waste incinerator. *Am J Ind Med* 1989 ; 15 : 245-53.

56. Elliott P, Shaddick G, Kleinschmidt I, et al. Cancer incidence near municipal solid waste incinerators in Great Britain. *Br J Cancer* 1996 ; 73 : 702-10.

57. Elliott P, Eaton N, Shaddick G, Carter R. Cancer incidence near municipal solid waste incinerators in Great Britain. Part 2: histopathological and case-note review of primary liver cancer cases. *Br J Cancer* 2000 ; 82 : 1103-6.

58. Shy CM, Degnan D, Fox DL, et al. Do waste incinerators induce adverse respiratory effects? An air quality and epidemiological study of six communities. *Environ Health Perspect* 1995 ; 103 : 714-24.

59. Charbotel B, Hours M, Perdrix A, Anzivino-Viricel L, Bergeret A. Respiratory function among waste incinerator workers. *Int Arch Occup Environ Health* 2005 ; 78 : 65-70.

60. Vinceti M, Malagoli C, Teggi S, et al. Adverse pregnancy outcomes in a population exposed to the emissions of a municipal waste incinerator. *Sci Total Environ* 2008 ; 407 : 116-21.

61. Vinceti M, Malagoli C, Fabbi S, et al. Risk of congenital anomalies around a municipal solid waste incinerator: a GISbased case-control study. *Int J Health Geogr* 2009 ; 8 : 8.

62. Cordier S, Lehébel A, Amar E, Anzivino-Viricel L, Hours M, Robert-Gnansia E. Maternal residence near municipal waste incinerators and the risk of urinary tract birth defects. *Occup Environ Med* 2010 ; 67 : 493-9.

63. Lin CM, Li CY, Mao IF. Birth outcomes of infants born in areas with elevated ambient exposure to incinerator generated PCDD/Fs. *Environ Int* 2006 ; 32 : 624-9.

64. Zambon P, Ricci P, Bovo E, et al. Sarcoma risk and dioxin emissions from incinerators and industrial plants: a population-based case-control study (Italy). *Environ Health* 2007 ; 16 : 6-19.

65. Fabre P, Daniau C, Gorla S, De Crouy-Chanel P, Empereur-Bissonnet P. *Étude d'incidence des cancers à proximité des*

*usines d'incinération d'ordures ménagères*. Rapport d'étude Institut de veille sanitaire. Saint-Maurice : InVS, 2008.

66. Ray MR, Roychoudhury S, Mukherjee G, Roy S, Lahiri T. Respiratory and general health impairments of workers employed in a municipal solid waste disposal at an open landfill site in Delhi. *Int J Hyg Environ Health* 2005 ; 208 : 255-62.

67. Hours M, Anzivino L, Asta J, et al. Étude des polluants atmosphériques émis dans deux centres de stockage des ordures ménagères. *Dechets Sci Tech* 2001 ; 24 : 38-42.

68. InVS, ADEME, ASTEE, SFSP, Ineris, AFSSE, BRGM, RSD. *Stockage des déchets et santé publique : synthèse et recommandations*. Saint-Maurice : InVS, 2004.

69. Vrijheid M. Health effects of residence near hazardous waste landfill sites: a review of epidemiologic literature. *Environ Health Perspect* 2000 ; 108 : 101-12.

70. Dor F. Risques sanitaires et gestion des déchets. Sécurité sanitaire et gestion des déchets. *Tech Sci Methodes* 2005 ; 215 : 52-9.

71. Russi MB, Borak JB, Cullen MR. An examination of cancer epidemiology studies among populations living close to toxic waste sites. *Environ Health* 2008 ; 26 : 7-32.

72. Gelberg KH. Health study of New York City department of sanitation landfill employees. *JOEM* 1997 ; 39 : 1103-10.

73. Goldberg MS, Goulet L, Riberdy H, Bonvalot Y. Low birth weight and preterm births among infants born to women living near a municipal solid waste landfill site in Montreal, Quebec. *Environ Res* 1995 ; 69 : 37-50.

74. Dolk H, Vrijheid M, Armstrong B, et al. Risk of congenital anomalies near hazardous-waste landfill sites in Europe: the EUROHAZCON study. *Lancet* 1998 ; 352 : 423-7.

75. Elliott P, Briggs D, Morris S, de Hoogh C. Risk of adverse birth outcomes near landfill sites. *BMJ* 2001 ; 323 : 363-8.

76. Jarup L, Briggs D, De Hoogh C, et al. Cancer risks in populations living near landfill sites in Great Britain. *Br J Cancer* 2002 ; 86 : 1732-6.

77. Vrijheid M, Dolk H, Armstrong B, et al. Chromosomal congenital anomalies and residence near hazardous waste landfill sites. *Lancet* 2002 ; 359 : 320-2.

78. Palmer SR, Dunstan FD, Fielder H, Fone DL, Higgs G, Senior ML. Risk of congenital anomalies after the opening of landfill sites. *Environ Health Perspect* 2005 ; 113 : 1362-5.

79. Martuzzi M, Mitis F, Bianchi F, Minichilli F, Comba P, Fazzo L. Cancer mortality and congenital anomalies in a region of Italy with intense environmental pressure due to waste. *Occup Environ Med* 2009 ; 66 : 725-32.

80. Abdou MH. Health impacts on workers in landfill in Jeddah City, Saudi Arabia. *J Egypt Public Health Assoc* 2007 ; 82 : 319-29.

81. Goldberg MS, Siemiatycki J, Dewar R, Desy M, Riberdy H. Risks of developing cancer relative to living near a municipal solid waste landfill site in Montreal, Quebec, Canada. *Arch Environ Health* 1999 ; 54 : 291-6.

82. Goldberg MS, Goulet L, Riberdy H. Incidence of cancer among persons living near a municipal solid waste landfill site in Montreal, Quebec. *Arch Environ Health* 1995 ; 50 : 416-24.

83. Caisse nationale d'Assurance maladie des travailleurs salariés (CNAMTS), Direction des risques professionnels. *Risque AT 2008 : statistiques « technologiques » du CTN C par numéros de risques – Industries des transports, de l'eau, du gaz, de l'électricité, du livre et de la communication*. France : Caisse Nationale d'Assurance Maladie des Travailleurs Salariés, 2009.

## Annexe 1

Tableau des études « individuelles » et « majeures ».  
Appendix 1. Table of individual and major studies.

Références	Contexte et type d'étude	Évaluation de l'exposition et nature des effets	Résultats
<i>Professionnels</i>			
<i>Collecte et tri</i>			
Malmros <i>et al.</i> , 1992 [19] Danemark	Étude de cohorte Usines de tri 15 salariés (déchets bruts) 33 salariés (tri papiers) 23 salariés (déchets secs triés à la source)	Plaintes rapportées	Symptômes gastro-intestinaux : OR = 7,3 ; IC 95 % [2,5-21,3] Démangeaisons oculaires : OR = 3,8 ; IC 95 % [1,6-9,4] Démangeaisons cutanées : OR = 14,7 ; IC 95 % [1,5-132,2]
Sigsgaard <i>et al.</i> , 1994 [17] Danemark	Étude cas-témoins 20 salariés (tri papiers) 44 éboueurs 8 agents de compostage 119 témoins	Mesures en poussières totales et endotoxines Plaintes rapportées/exploration fonctionnelle respiratoire	<i>Prévalences chez les travailleurs (par rapport aux témoins)</i> Oppression thoracique : 14 % - État grippal : 14 % - Démangeaison des yeux : 27 % - Démangeaison du nez : 14 % - Mal de gorge : 21 % Chute significative de la fonction vitale expiratoire
Ivens <i>et al.</i> , 1999 [20] Danemark	Étude cas-témoins 1 747 collecteurs de déchets de sexe masculin et un groupe témoin de 1 111 hommes employés municipaux	Élaboration d'une matrice emploi et exposition à des champignons	<i>Si endotoxines &gt; 5,102 EU (endotoxin units, unités d'endotoxines)</i> - Nausées : <i>prévalence proportion ratio</i> (PPR) = 1,6 ; IC 95 % [0,88-2,90] - Diarrhées : PPR = 4,59 ; IC 95 % [2,74-7,71] <i>Si champignons &gt; 1,107 unités formant colonies (UCF)</i> - Diarrhées : PPR = 5,6 ; IC 95 % [2,39-10,08]
Wouters <i>et al.</i> , 2002 [21] Pays-Bas	Étude cas-témoins 47 collecteurs de déchets, 15 témoins	Prévalence et ratio de prévalence (RP) pour les symptômes respiratoires analysés par régression binomiale afin d'évaluer l'association entre les symptômes de santé et les résultats des lavages nasaux par dosage d'interleukine 8 (IL8) avant et après le travail	RP des symptômes respiratoires chez les collecteurs de déchets et augmentation des concentrations d'IL8 [IL8] <i>Chez les travailleurs présentant des sifflements</i> - RP [IL8] = 1,51 (avant exposition) et 4,28 (après exposition) ( $p = 0,05$ ) <i>Chez les travailleurs ayant une toux chronique depuis 3 mois</i> - RP [IL8] = 1,47 (avant exposition) et 7,7 (après exposition) ( $p = 0,05$ ) <i>Chez les travailleurs ayant de la toux</i> - RP [IL8] = 1,40 (avant exposition) et 2,52 (après exposition) ( $p = 0,05$ )
Gladding <i>et al.</i> , 2003 [22] Royaume-Uni	Étude de cohorte 9 unités de recyclage des déchets soit 159 salariés	Mesures en endotoxines et glucanes Répartition en gradient d'exposition Plaintes rapportées	<i>Groupe le plus exposé</i> - Diarrhées : OR = 3,55 ; IC 95 % [1,29-9,76] - Problèmes gastriques : OR = 5,73 ; IC 95 % [1,44-22,79]
Kuijter <i>et al.</i> , 2005 [23] Europe	Évaluation des troubles musculo-squelettiques (TMS) après mise en place d'un système de rotation sur les postes de travail	Étude sur la réduction des TMS en fonction des rotations	Aucun résultat significatif n'a été trouvé

<b>Annexe 1. (Suite)</b>			
<b>Références</b>	<b>Contexte et type d'étude</b>	<b>Évaluation de l'exposition et nature des effets</b>	<b>Résultats</b>
<b>Collecte et tri</b>			
Da Silva <i>et al.</i> , 2005 [25] Brésil	Étude cas-témoins 990 sujets (455 collecteurs de déchets et 535 témoins)	Questionnaire sur l'activité, les conditions sociodémographiques et les facteurs comportementaux	Risques ergonomiques Risques chimiques Risques biologiques
Dounias <i>et al.</i> , 2005 [26] Grèce	Étude transversale 166 employés municipaux	Évaluation des marqueurs HBV et des facteurs sociodémographiques	Association possible entre exposition professionnelle et infection HBV. L'exposition aux déchets et l'âge sont indépendamment associés à la présence d'anti-Hbc positive
Da Silva <i>et al.</i> , 2006 [24] Brésil	Étude cas-témoins 990 sujets (455 collecteurs de déchets et 535 non-collecteurs)	Autoquestionnaire standard (SRQ-20) sur les TMS	<i>Prévalence des TMS</i> - Pour les collecteurs de déchets : 44,7 % - Pour les non-collecteurs de déchets : 33,6 % ( $p < 0,001$ )
Dounias et Rachiotis, 2006 [27] Grèce	Étude de cohorte 151 travailleurs municipaux (72 exposés et 79 non exposés)	Questionnaire : informations sociodémographiques Mesures des anticorps totaux anti-hépatite A	Les travailleurs municipaux ont des concentrations d'anticorps anti-hépatite A plus élevées comparativement aux travailleurs municipaux non exposés
Yogesh et Zodepy, 2008 [28] Inde	Étude cas-témoins Groupe de cas : population de professionnels. Groupe témoins : travailleurs dans des bureaux.	Plaintes rapportées : maladies chroniques de l'appareil respiratoire	Pathologies respiratoires chroniques parmi les éboueurs : OR = 4,24 ; IC 95 % [1,24 à 14,5] Le risque augmente de manière significative avec l'âge : OR = 1,75 ; IC 95 % [1,09-2,81]
<b>Compostage</b>			
<i>Riverains</i>			
Herr <i>et al.</i> , 2003 [35] Allemagne	Étude de cohorte 214 résidents exposés et 142 résidents non exposés	356 questionnaires : symptômes rapportés par les sujets et diagnostic médical Mesure des concentrations en bactéries et moisissures cultivables à différentes distances	Bronchite : RR = 3,02 ; IC 95 % [1,35-7,06] Réveil dû à la toux : RR = 2,70 ; IC 95 % [0,23-6,10] Dyspnée de repos : RR = 3,99 ; IC 95 % [1,31-15,19] Dyspnée d'effort : RR = 4,23 ; IC 95 % [1,74-11,34] Toux au réveil ou durant la journée : RR = 2,67 ; IC 95 % [1,17-6,10] Fatigue excessive > 5 × par an : RR = 2,80 ; IC 95 % [1,22-6,72] Tremblement : RR = 4,63 ; IC 95 % [1,44-20,85]
<i>Professionnels</i>			
Bünger <i>et al.</i> , 2000 [37] Allemagne	Étude cas-témoins 58 travailleurs et 40 témoins	Questionnaires et études des concentrations d'anticorps IgG	Association significative entre exposition élevée aux bioaérosols et symptômes respiratoires ( $p = 0,003$ ), troubles cutanés ( $p = 0,002$ ) Concentration plus importante en anticorps chez les sujets exposés
Heldal <i>et al.</i> , 2003 [36] Norvège	Étude transversale 25 travailleurs de centre de compostage (22 collecteurs de déchets ménagers et 3 collecteurs de déchets papiers)	Troubles respiratoires et inflammatoires Examen des crachats	<i>Prévalence de maladies respiratoires liées aux expositions</i> - Troubles d'oppression thoracique : 29 % - Toux avec mucosité : 14 % - Toux sans mucosité : 10 %
Bünger <i>et al.</i> , 2007 [38] Allemagne	Étude de cohorte 41 centres de compostage 123 travailleurs exposés et 48 non exposés	Symptômes rapportés par les sujets et troubles respiratoires traités médicalement	<i>Augmentation des irritations oculaires</i> - Sujets exposés : 13 % (sujets non exposés : 2,1 %) <i>Yeux larmoyants</i> - sujets exposés : 11,4 % (sujets non exposés : 0 %)

## Annexe 1. (Suite)

Compostage	
	<p><i>Bronchites chroniques</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sujets exposés : 8,1 % (sujets non exposés : 0 %)</li> </ul> <p><i>Maladies cutanées</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sujets exposés : 30,1 % (sujets non exposés : 16,7 %)</li> </ul> <p>A la sortie de la cabine de la plateforme de compostage, les professionnels sont très exposés aux polluants chimiques et microbiologiques</p> <p>Les risques de cancer résultent d'effets cumulatifs dus aux expositions des divers polluants contenus dans l'air</p> <p>Association avérée entre l'exposition professionnelle aux bioaérosols et risques d'apparition d'allergies respiratoires et inflammatoires</p> <p>Les taux moyens d'exposition sont de 100 à plus de 10 000 fois supérieurs aux seuils mesurés à l'extérieur de l'usine</p>
Nadal et al., 2009 [40] Espagne	<p>Évaluation de l'exposition professionnelle aux agents chimiques et biologiques au niveau des établissements de traitement des déchets inorganiques</p> <p>Évaluations des risques microbiologiques et chimiques sur la santé humaine</p>
Schlosser et al., 2009 [39] France, Royaume-Uni, Espagne	<p>Expositions à des taux élevés de poussières, de bactéries et d'endotoxines dans l'air ambiant de l'usine en particulier lors du maintien des structures de travail</p> <p>Évaluation des risques sur la santé des travailleurs de 6 plateformes de compostage</p>
Incinération	
	<p><i>Riverains</i></p> <p>Modélisation de la dispersion des polluants (métaux lourds) et étude de la prévalence de maladies respiratoires</p> <p>Prise en compte de la distance entre lieu de résidence des riverains et les incinérateurs :</p> <p>8 zones : 0,5-1-2-3-4-6-5-7-6-7-7,5 km</p> <p>Évaluation des risques de cancers en fonction de la durée et du lieu de résidence</p>
Shy et al., 1995 [58] États-Unis	<p>Modélisation de la dispersion des polluants (métaux lourds) et étude de la prévalence de maladies respiratoires</p>
Elliott et al., 1996 [56] (étape 1) ; 2000 (étape 2) [57] Grande-Bretagne	<p>Étude écologique</p> <p>72 incinérateurs de déchets ménagers</p> <p>14 millions de Britanniques</p> <p>Étape 1 (en 1996) : 20 incinérateurs tirés au sort</p> <p>Étape 2 (en 2000) : 52 autres</p> <p>Zone &lt; 3 km et 10 années de résidence</p> <p>Tous cancers</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Étape 1 : RR = 1,08 ; IC 95 % [1,07-1,10]</li> <li>- Étape 2 : RR = 1,04 ; IC 95 % [1,03-1,04]</li> </ul> <p>Cancer estomac</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Étape 1 : RR = 1,07 ; IC 95 % [1,072-1,13]</li> <li>- Étape 2 : RR = 1,05 ; IC 95 % [1,03-1,08]</li> </ul> <p>Cancer colorectal</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Étape 1 : RR = 1,11 ; IC 95 % [1,07-1,15]</li> <li>- Étape 2 : RR = 1,04 ; IC 95 % [1,02-1,06]</li> </ul> <p>Cancer foie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Étape 1 : RR = 1,29 ; IC 95 % [1,10-1,51]</li> <li>- Étape 2 : RR = 1,13 ; IC 95 % [1,05-1,22]</li> </ul> <p>Cancer poumons</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Étape 1 : RR = 1,14 ; IC 95 % [1,11-1,17]</li> <li>- Étape 2 : RR = 1,07 ; IC 95 % [1,07-1,09]</li> </ul>
Viel et al., 2008 [52] France	<p>Évaluation de l'incidence de syndrome des tissus mous (STM), lymphome non hodgkinien (LNH) de 1980 à 1990</p> <p>Évaluation de l'incidence de syndrome des tissus mous (STM), lymphome non hodgkinien (LNH) de 1980 à 1990</p> <p>Taux supérieurs aux taux régionaux</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 110 cas STM : standardized incidence ratio (SIR) = 1,44 (p = 0,004)</li> <li>- 803 cas LNH : SIR = 1,27 (p &lt; 0,001)</li> </ul>
Floret et al., 2003 [53] France	<p>Modélisation de la dispersion des rejets de dioxines</p> <p>3 catégories d'exposition (forte, modérée, faible)</p> <p>Modélisation de la dispersion des rejets de dioxines</p> <p>3 catégories d'exposition (forte, modérée, faible)</p> <p>Selon les catégories d'exposition</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Forte : OR = 1,3 ; IC 95 % [0,8-2,0]</li> <li>- Modérée : OR = 1,0 ; IC 95 % [0,6-1,6]</li> <li>- Faible : OR = 2,1 ; IC 95 % [1,1-3,7]</li> </ul>

**Annexe 1. (Suite)**

<b>Incinération</b>	
222 cas de LNH diagnostiqués entre 1980 et 1995	
Cordier <i>et al.</i> , 2004 [50] France	<p>Proximité avec site et anomalies congénitales</p> <p>Excès de <i>risque pour certaines anomalies</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fentes faciales : RR = 1,30 ; IC 95 % [1,06-1,22]</li> <li>- Dysplasie rénale : RR = 1,55 ; IC 95 % [1,03-1,22]</li> </ul>
InVS, 2006 [51] France	<p>70 incinérateurs Rhône-Alpes</p> <p>194 communes exposées</p> <p>2 678 communes non exposées</p> <p>Modélisation de la dispersion des polluants émis par les sites</p> <p>Accumulation et dégradation des polluants dans l'environnement et risques de cancers</p> <p>Chez la femme</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tous cancers : RR = 1,06 ; IC 95 % [1,01-1,12]</li> <li>- Cancer du sein : RR = 1,09 ; IC 95 % [1,01-1,18]</li> </ul> <p>Chez l'homme</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Myélomes multiples : RR = 1,23 ; IC 95 % [1,00-1,52]</li> </ul> <p>Deux sexes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- LNH : RR = 1,12 ; IC 95 % [1,00-1,25]</li> <li>- STM : RR = 1,22 ; IC 95 % [0,98-1,51]</li> <li>- Cancers du foie : RR = 1,16 ; IC 95 % [0,99-1,37]</li> </ul>
Lin <i>et al.</i> , 2006 [63] Taiwan	<p>Estimation des effets de l'exposition aux dioxines sur les naissances</p> <p>Sélection de 40 quartiers exposés (avec concentration de dioxines &gt; 0,03 pg TEG/m<sup>3</sup>) et 40 quartiers (avec concentration de dioxines = 0)</p> <p>Analyse du poids de naissance : pas de différence significative entre zones exposées et les municipalités contrôlées entre 1991 et 1997</p>
Zambon <i>et al.</i> , 2007 [64] Italie	<p>Évaluation de l'association exposition à la dioxine et risques de sarcomes</p> <p>Pour une longue période d'exposition à des niveaux élevés de dioxine</p> <p>Risque de développer un sarcome</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Deux sexes : OR = 3,30 ; IC 95 % [1,24-8,76]</li> </ul> <p>Chez la femme : OR = 2,41 ; IC 95 % [1,04-5,59]</p> <p>Risque de développer un cancer des tissus mous et connectifs</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Deux sexes : OR = 3,27 ; IC 95 % [1,35-7,93]</li> </ul>
Fabre <i>et al.</i> , 2008 [65] France	<p>Étude d'incidence des cancers à proximité des usines d'incinération d'ordures ménagères</p> <p>Chez la femme</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cancers du sein : RR = 1,09 IC 95 % [1,01-1,18]</li> <li>- Cancer du poumon : RR = 1,11 IC 95 % [0,93-1,33]</li> </ul> <p>Chez l'homme</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cancer du poumon : RR = 1,05 IC 95 % [0,95-1,18]</li> </ul>
Vinceti <i>et al.</i> , 2008 [60] Italie	<p>Étude de cas-témoins Femmes âgées de 16 à 49 ans</p> <p>3 796 riverains dont 695 professionnelles</p> <p>Étude d'incidence du risque d'avortements spontanés et d'anomalies congénitales</p> <p>Utilisation de deux modèles : ISCMST (<i>Industrial Source Complex Model-Short Term</i>) et modèle de dispersion model SPRAY (<i>Stochastic lagrangian dispersion model</i>)</p> <p>Riverains</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Risques d'avortements spontanés : RR = 1 ; IC 95 % [0,65-1,48] (tous riverains) ; RR = 0,87 ; IC 95 % [0,22-2,38] (riverains très exposés)</li> <li>- Risques anomalies congénitales : RR = 0,64 ; IC 95 % [0,20-1,55]</li> </ul> <p>Populations professionnelles</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Risques d'avortements spontanés : RR = 1,04 ; IC 95 % [0,38-2,30]</li> <li>- Risques anomalies congénitales : RR = 2,26 ; IC 95 % [0,57-6,14]</li> </ul>



**Annexe 1. (Suite)**

<b>Incinération</b>	
Vinceti et al., 2009 [61] Italie	<p>Étude cas-témoins Évaluation d'exposition maternelle aux émissions d'un incinérateur de déchets solides municipaux, chez des femmes âgées de 16 à 44 ans</p> <p>Recensement des anomalies congénitales et des cas d'avortements selon 3 zones d'exposition aux rejets d'incinérateurs grâce à un modèle de dispersion</p> <p>228 cas d'anomalies congénitales sur une population de 183 naissances et 45 avortements induits</p>
Cordier et al., 2010 [62] France	<p>Étude cas-témoins Étude du lien entre le risque d'anomalies rénales et l'exposition des mères pendant les premiers mois de grossesse 304 enfants avec anomalies du tractus urinaire et 226 témoins</p> <p>Modélisation des rejets Évaluation des risques d'anomalies des voies urinaires à la naissance et du lieu d'habitation proche UJOM</p> <p>Augmentation du risque d'anomalies des voies urinaires chez les enfants nés de mères exposées durant le 1<sup>er</sup> trimestre de leur grossesse : OR = 2,95 ; IC 95 % [1,47-5,92]</p>
<i>Professionnels</i>	
Gustavson, 1989 [55] Suède	<p>Étude écologique 176 travailleurs dans incinérateur de déchets municipaux</p> <p>Hommes ayant travaillé au moins un an entre 1920-1985 Calcul des taux de décès locaux et nationaux</p> <p>Excès de décès de cancers du poumon et de maladies cardiaques après un suivi prolongé</p>
Rapiti et al., 1997 [54] Italie	<p>Étude de cohorte 2 usines : incinération et recyclage</p> <p>Suivi de 532 hommes du 1<sup>er</sup> janvier 1965 au 31 décembre 1992 Incidence des cancers du poumon et cancers gastriques</p> <p>Mortalité toutes causes : SMR = 0,71 IC90 % [0,51-0,95] Mortalité par cancer : SMR = 0,95 IC90 % [0,58-1,46] Mortalité par cancer du poumon : SMR = 0,55 IC90 % [0,15-1,42] Excès de risque de cancer gastrique : SMR = 2,79 IC90 % [0,94-6,35]</p>
Hours et al., 2003 [49] France	<p>Étude de cohorte 102 salariés de 3 incinérateurs 94 travailleurs d'industries témoins</p> <p>Questionnaire et examen médical Exploration de la fonction respiratoire et examen sanguins</p> <p>Symptômes cutanés : OR = 4,85 ; IC 95 % [2,04-11,51] Excès de problèmes respiratoires : OR = 6,58 ; IC 95 % [2,18-19,85]</p>
Charbotel et al., 2005 [59] France	<p>Étude cohorte 3 incinérateurs 83 travailleurs exposés et 76 travailleurs non exposés</p> <p>Observation des fonctions respiratoires pendant 3 ans</p> <p>Troubles des fonctions respiratoires modérés chez les travailleurs exposés par rapport aux non exposés Présence de maladies obstructives des voies respiratoires</p>
<b>Stockage</b>	
<i>Professionnels</i>	
Gelberg, 1997 [72] New York, États-Unis	<p>Étude transversale Comparaison de la prévalence des symptômes entre travailleurs employés à la décharge de Fresh Kills</p> <p>Évaluation de troubles généraux</p> <p>Troubles dermatologiques : OR = 2,7 ; IC 95 % [1,11-3,84] Troubles neurologiques : OR = 1,89 ; IC 95 % [1,08-3,32] Troubles auditifs : OR = 1,73 ; IC 95 % [1,03-2,90] Troubles respiratoires : OR = 2,14 ; IC 95 % [1,35-3,38] Mal.gorge : OR = 2,26 ; IC 95 % [1,33-3,82]</p>
Ray et al., 2005 [66] Inde	<p>Étude cas-témoins 96 travailleurs et 90 témoins Études des fonctions respiratoires et de l'état de santé en général</p> <p>Questionnaire, examen clinique Évaluation de la fonction respiratoire par examens spirométriques, prise de sang et analyse des crachats chez des professionnels</p> <p>Fréquence supérieure de symptômes respiratoires : OR = 2,1 ; IC 95 % [0,77-5,79] Profil hématologique anormal chez 42 % des travailleurs par rapport à 10 % des témoins</p>

**Annexe 1. (Suite)**

<b>Stockage</b>					
Abdou, 2007 [80] Arabie Saoudite	Étude transversale Évaluation des risques sur la santé chez 29 professionnels du site de déchets de Jeddah	Symptômes divers et TMS	65,5 % d'infections et/ou allergies respiratoires 48,3 % d'infections de l'œil 20,7 % d'infections gastro-intestinales 17,2 % de TMS		
				<i>Riverains</i>	
Goldberg et al., 1995 [73] Canada	Étude de cohorte 7 403 enfants prématurés et 7 834 témoins 7 977 enfants de petits poids et 7 856 témoins	Troubles de la reproduction en fonction du lieu de résidence selon trois zones d'exposition : forte, moyenne, faible	Petit poids à la naissance : OR = 1,2 ; IC 95 % [1,04-1,39] Retard de croissance : OR = 1,09 ; IC 95 % [0,96-1,24]		
Dolk et al., 1998 [74] Belgique, France, Royaume-Uni et Danemark	Étude cas-témoins 21 sites de déchets industriels 245 cas et 2 412 témoins	Malformations congénitales dans un rayon de 3 km par rapport au site	Malformations congénitales : OR = 1,41 ; IC 95 % [1,00-1,99]		
Elliott et al., 2001 [75] Royaume-Uni	Étude de cohorte 9 565 sites de stockage de déchets mixtes 8,2 millions de naissances 43 471 mort-nés et 124 597 malforma- tions congénitales	Malformations congénitales Études des troubles de la reproduction dans un rayon de 2 km par rapport aux sites	<i>Malformations congénitales</i> - Global : RR = 1,01 ; IC 95 % [1,005-1,023] - Tube neural : RR = 1,05 ; IC 95 % [1,01-1,10] - Paroi abdominale : RR = 1,08 ; IC 95 % [1,01-1,15] - Hypospadias : RR = 1,07 ; IC 95 % [1,04-1,10] - Lapatroschisis : RR = 1,19 ; IC 95 % [1,05-1,34] <i>Petit poids à la naissance</i> - RR = 1,05 ; IC 95 % [1,05-1,06]		
Jarup et al., 2002 [76] Royaume-Uni	Étude de cohorte 9 565 sites de stockage de déchets mixtes 63 367 cas de cancer de la vessie 25 452 cas de cancer du cerveau 15 396 cas de cancer du foie 26 279 de leucémies chez l'adulte 2 886 de leucémies chez l'enfant	Cancers dans un rayon de 2 km par rapport aux sites	Cancer de la vessie : RR = 1,01 ; IC 95 % [1,00-1,02] Cancer du cerveau : RR = 0,99 ; IC 95 % [0,98-1,01] Cancer du foie : RR = 1,00 ; IC 95 % [0,98-1,03] Leucémie chez l'adulte : RR = 0,99 ; IC 95 % [0,98-1,01] Leucémie chez l'enfant : RR = 0,96 ; IC 95 % [0,91-1,00]		
Vrijheid et al., 2002 [77] Belgique, France, Royaume-Uni et Danemark	Étude cas-témoins 21 sites de déchets industriels 245 cas de lésions chromosomiques 2 412 témoins dans un rayon de 3 km	Lieu de résidence dans un rayon de 3 km par rapport au site	Lésions chromosomiques : OR = 1,41 ; IC 95 % [1,00-1,99]		
Palmer et al., 2005 [78] Pays de Galles	Étude transversale 24 centres d'enfouissement	Étude du taux d'anomalies congénitales chez des enfants de riverains	<i>Avant ouverture des sites</i> - Taux d'anomalies congénitales : RR = 0,87 ; IC 95 % [0,75-1,00] <i>Après ouvertures des sites</i> - Taux d'anomalies congénitales : RR = 1,21 ; IC 95 % [1,04-1,40] - Rapport normalisé du risque : RR = 1,39 ; IC 95 % [1,12-1,72].		
Martuzzi et al., 2009 [79] Italie	Études écologiques 196 municipalités des provinces de Naples et de Caserta	Étude de corrélation de neuf causes de décès (pour les années 1994-2001) et de 12 types d'anomalies congénitales (1996-2002)	<i>Excès de risque de mortalité toutes causes</i> - Chez l'homme : RR = 9,2 ; IC 95 % [6,5-11,9] - Chez la femme : RR = 12,4 ; IC 95 % [9,5-15,4] <i>Excès de risque de cancer du foie</i> - Chez l'homme : RR = 19,3 ; IC 95 % [1,4-40,3] - Chez la femme : RR = 29,1 ; IC 95 % [7,6-54,8]		