



Effets sanitaires liés à la gestion des déchets ménagers et assimilés



**Le point sur les
données actuellement
disponibles**



Avril 2012



AMORCE

Effets sanitaires liés à la gestion des déchets ménagers et assimilés

**Le point sur les
données actuellement
disponibles**

Avril 2012



Avant propos

Ce document est une adaptation en langage accessible et compréhensible d'un rapport de synthèse scientifique et technique intitulé « *L'évaluation des effets sanitaires liés à la gestion des déchets ménagers et assimilés* » (avril 2011), ayant reçu un soutien financier d'AMORCE et de la Région Rhône-Alpes, sans implication scientifique et logistique dans sa phase d'élaboration.

Le rapport scientifique a été coordonné par l'Unité cancer environnement du Centre Léon-Bérard et l'Observatoire régional de la santé (ORS) en Rhône-Alpes, avec la participation de personnes ressources et experts.

Le contenu et les conclusions du travail n'engagent que les auteurs et non les personnes ressources et experts consultés.

Il est disponible sur le site internet de l'ORS Rhône-Alpes (rubrique Publications) <http://www.ors-rhone-alpes.org> et sur le portail d'information Cancer environnement (rubrique Expositions environnementales) <http://www.cancer-environnement.fr>. Ce travail fait l'objet de plusieurs publications scientifiques en cours de soumission auprès de revues internationales et nationales.

En complément, le comité de rédaction a intégré d'autres informations en lien avec la thématique de ce document, qui

ne sont pas issues du rapport scientifique mentionné ci-dessus ; il s'agit des paragraphes suivants :

- Zoom sur la prévention des risques
- Eléments de cadrage (dans chaque chapitre du document)
- Zoom sur les nuisances
- Zoom sur le compostage domestique
- Gravité des accidents du travail
- Synthèse et mesures préventives

Rédaction

- Pour l'Unité cancer environnement du Centre Léon Bérard : Julien Carretier, Nicole Falette, Béatrice Fervers.
- Pour l'Observatoire régional de la santé Rhône-Alpes : Lucie Anzivino-Viricel, Olivier Guye.
- Pour AMORCE : Edith Bruneau, Lydie Roberdel (responsable du Pôle Déchets d'Amorce).

Comité de relecture

- Emmanuel Chauchat, administrateur, AMORCE
- Nicolas Garnier, délégué général, AMORCE
- Vincent Le Blan, délégué général, FNADE
- Thierry Philip, vice-président, AMORCE
- Alain Rouault, vice-président, AMORCE

Sommaire

Préface	4
Introduction	7
1. La collecte et le tri	9
1.1 Eléments de cadrage	9
1.2 Données d'exposition	9
1.3 Effets sanitaires étudiés	9
1.3.1 Effets sanitaires étudiés chez les professionnels	9
1.3.2 Effets sanitaires étudiés chez les riverains	11
1.4 Conclusion	11
1.5 Zoom sur la prévention des risques	11
2. Le traitement biologique par compostage	12
2.1 Eléments de cadrage	12
2.2 Rejets et données d'exposition	12
2.2.1 Rejets des plateformes de compostage	12
2.2.2 Données d'exposition	12
2.3 Effets sanitaires étudiés	13
2.3.1 Effets sanitaires étudiés chez les professionnels	13
2.3.2 Effets sanitaires étudiés chez les riverains	15
2.4 Conclusion	15
2.5 Zoom sur la prévention des risques	15
3. Les usines d'incinération d'ordures ménagères (UIOM)	16
3.1 Eléments de cadrage	16
3.2 Rejets et données d'exposition	16
3.3 Effets sanitaires étudiés	17
3.3.1 Effets sanitaires étudiés chez les professionnels	18
3.3.2 Effets sanitaires étudiés chez les riverains	18
3.4 Conclusion	19
3.5 Zoom sur la prévention des risques	20
4. Les installations de stockage de déchets non dangereux (ISDnD)	21
4.1 Eléments de cadrage	21
4.2 Rejets et données d'exposition	22
4.2.1 Rejets des ISDND	22
4.2.2 Données d'exposition	22
4.3 Zoom sur les nuisances	22
4.4 Effets sanitaires étudiés	23
4.4.1 Effets sanitaires étudiés chez les professionnels	23
4.4.2 Effets sanitaires étudiés chez les riverains	23
4.5 Conclusion	24
4.6 Zoom sur la prévention des risques	24
5. Les accidents du travail dans les filières de gestion des déchets ménagers et assimilés	25
5.1 Cas des professionnels de la collecte des déchets (filière 900BA)	25
5.2 Cas des professionnels du traitement des déchets (filière 900BC)	25
5.3 Cas des professionnels de l'incinération de déchets (filière 900BD)	26
5.4 Conclusion	26
6. Tableau de synthèse des données disponibles	27
Améliorations de la maîtrise des effets sanitaires	30
CONCLUSION	32
Synthèse : Effets sanitaires liés à la gestion des DMA, ce qu'il faut retenir	34
Liste des sigles	36
Lexique	37
Annexe 1 : Bibliographie	39
Annexe 2 : Repères en épidémiologie	45

Préface

par **Thierry Philip,**
professeur de cancérologie,
coordonnateur du département
Cancer environnement – Economie
de la santé du Centre Léon-Bérard,
1^{er} vice-président d'AMORCE



Chaque année en France, environ 38 millions de tonnes de déchets ménagers et assimilés (DMA) sont collectés. La question des effets sur l'environnement et la santé de la gestion des déchets ménagers et assimilés constitue un enjeu de santé publique et une préoccupation importante de la population.

C'est aussi une question majeure pour l'association AMORCE, puisqu'elle regroupe à la fois des entreprises et des collectivités territoriales, en constante relation avec les professionnels de la gestion des DMA et les populations riveraines de ces installations.

Dès 2008, AMORCE a participé au groupe de travail « Déchets » du Grenelle de l'environnement, et s'est investi du thème de l'impact environnemental et sanitaire des différents modes de gestion des déchets. AMORCE a proposé d'élaborer un rapport de synthèse sur les effets sanitaires liés à la gestion des DMA afin d'informer ses adhérents.

Un premier document a été élaboré fin 2008 par Edith Bruneau en lien avec Loïc Lejay et Nicolas Garnier que je tiens vivement à remercier. A cette époque, élu maire du 3^e arrondissement de Lyon et vice-président de la Communauté urbaine du Grand Lyon, chargé des déchets, de la propreté et du bien-être dans la ville, je me retrouve 1^{er} vice-président d'AMORCE, et le président d'AMORCE me charge alors de la relation Santé-Déchets. Je décide donc d'encourager l'élaboration d'un rapport scientifique qui intègre deux aspects très importants pour moi :

La relation à l'evidence-based-medicine, c'est-à-dire la médecine basée sur les données actuelles de la science, et une synthèse de la littérature scientifique nationale et internationale s'appuyant sur une méthodologie rigoureuse ;

L'indépendance scientifique des auteurs : AMORCE représentant les acteurs du traitement des déchets, il m'a semblé indispensable qu'un travail de synthèse et d'analyse des données de la littérature se réalise en toute indépendance scientifique, sans aucun lien avec les industriels ou les collectivités concernés. Le présent rapport a été conduit par l'Unité cancer et environnement du Centre Léon-Bérard de Lyon et l'Observatoire régional de santé Rhône-Alpes.

Les objectifs du présent document sont de proposer une approche transversale et pédagogique des connaissances des effets sanitaires de certains modes de gestion des déchets ménagers et assimilés gérées par les communautés urbaines, d'identifier les domaines où les données scientifiques font défaut, et ainsi de mettre à disposition une information de qualité, conforme aux données actuelles de la science. Ce document s'intéresse à la fois aux professionnels et aux populations riveraines des filières suivantes : collecte et tri, compostage, incinération présentant un système de traitement des fumées avant leur mise en conformité et stockage.

Depuis plusieurs années, l'effet des expositions professionnelles et environnementales sur la santé humaine est un sujet clé sur le plan international. Dès 1994, l'OMS a proposé, lors de la conférence d'Helsinki, une définition de la santé environnementale, qui prend en compte « les aspects de la santé humaine, y compris la qualité de vie, déterminés par les facteurs physiques, chimiques, biologiques, sociaux, psycho-sociaux et esthétiques de notre environnement ». « Ce terme englobe aussi la politique et les pratiques de gestion, de résorptions, de contrôle et de prévention des facteurs environnementaux susceptibles d'affecter la santé des générations actuelles et futures ».

La santé environnementale implique divers domaines, ce qui peut permettre de privilégier, soit une approche de santé publique, soit une approche de développement durable environnemental et il me semble qu'in fine, les choses peuvent s'exprimer clairement. Les déterminants de la santé sont globalement au nombre de quatre :

L'environnement stricto sensu. L'air que l'on respire, l'eau que l'on boit, l'habitation dans laquelle nous vivons, le sol sur lequel nous marchons, les aliments que l'on mange.

L'environnement au travail. Les effets des expositions professionnelles sur la santé sont nombreux, et ne concernent pas exclusivement le cancer. Les expositions aux risques et à la pénibilité du travail entraînent aussi des maladies et des troubles associés comme des troubles musculo-squelettiques.

Les comportements individuels. Tabagisme, consommation d'alcool, activité physique, alimentation, exposition solaire et aux UV, sont autant de déterminants importants de la santé individuelle.

La génétique. Elle vient interférer avec l'environnement pour aboutir au résultat global sur la santé d'un individu.

D'un point de vue scientifique, il est possible de dire qu'aujourd'hui l'environnement stricto sensu est globalement favorable, en témoignent l'augmentation de l'espérance de vie et le vieillissement de la population. Si on s'intéresse plus particulièrement aux liens entre cancer et environnement, on peut noter qu'en 25 ans, l'incidence* des cancers a progressé de 93% chez l'homme et 84% chez la femme. Si l'on tient compte des évolutions démographiques et du vieillissement de la population, l'incidence augmente encore de 50% chez l'homme et chez la femme. Si le dépistage et les meilleurs conditions de diagnostic expliquent en partie cette augmentation, au minimum 10% des cancers sont dus à l'environnement stricto sensu et aux conditions de travail. On peut y ajouter les comportements individuels responsables au minimum de 25% des cancers.

Ces dernières années, plusieurs baromètres ou sondages utilisés pour estimer la perception des Français dans le domaine des risques environnementaux se sont multipliés. Tous montrent que **les Français ont globalement une perception assez juste de la hiérarchie des différents types de risques sanitaires qu'ils subissent.**

Ainsi, en décembre 2008, 70 % des Français désignaient bien le tabagisme comme risque jugé le plus élevé, suivi par la drogue et la pollution atmosphérique. Parmi les 31 risques les plus redoutés, les déchets chimiques étaient cités en 10^e position par 60 % des Français, les déchets radioactifs en 12^e position (56 %) alors que les incinérateurs de déchets ménagers se classaient en 24^e position (33%). En revanche, quant aux installations de traitement des déchets, ils étaient ainsi 96 % à refuser de vivre près d'un site de stockage de déchets chimiques et 90 % près d'un incinérateur de déchets ménagers. L'ordre d'acceptabilité des installations est, de plus, le même que celui de la perception des dangers issus de ces installations, exception faite des incinérateurs de déchets ménagers pour lesquels les Français refusent de vivre à proximité (*Baromètre IRSN, 2008*). Il apparaît ainsi clairement établi que dans nos sociétés, le traitement des déchets devient de plus en plus complexe du fait des réticences, voire des oppositions très fortes des populations face aux projets d'installation d'unités de traitement des déchets.

Pour bien comprendre cette dynamique sociale, **il faut comprendre ce qui structure l'opinion face à la question des risques qui n'est jamais soustraite d'émotivité.** Pour les risques assez bien connus et maîtrisés, la perception reste, nous l'avons vu, assez juste. Pour les risques moins bien connus et a fortiori moins bien gérés, les incertitudes restent parfois conséquentes. Dans ces situations, les inquiétudes des populations, souvent relayées par les médias, conduisent généralement à mettre en œuvre des études épidémiologiques et environnementales à la demande des pouvoirs publics. Quand les résultats sont négatifs ou la force de l'association entre

exposition et effet sanitaire peu probante, la population demeure dubitative et interrogative sur les risques réellement encourus. Leur perception n'est pas toujours proportionnelle à l'ampleur des risques et dépend généralement aussi des images associées.

Si le principe de précaution est maintenant un principe constitutionnel, la vraie question est de savoir quelles dimensions scientifiques doivent être prises en compte en face de la perception et de l'acceptabilité du risque par la population.

L'étude des effets sur la santé des professionnels et riverains de la gestion des déchets ménagers repose essentiellement sur les études épidémiologiques. Les études épidémiologiques visent à mesurer l'exposition à une substance ou situation à risque dans une population et analyser la probabilité qu'il existe une association entre une exposition à un ou plusieurs facteurs et l'apparition d'une maladie. Toutefois la mise en évidence d'une relation statistiquement significative entre un facteur et une maladie au cours d'une étude ne suffit pas à affirmer que la relation est de caractère causal. La détermination d'une relation causale implique un ensemble de travaux de recherche et d'arguments scientifiques proposés par Austin Bradford Hill en 1965. Ils concernent notamment la force de l'association entre la pathologie et l'exposition, la reproductibilité des résultats (un résultat statistiquement significatif mis en évidence par une seule enquête peut être dû au hasard), la confirmation expérimentale chez l'animal, l'existence d'une relation dose-effet, la temporalité (l'effet précède la cause) et la plausibilité biologique, c'est-à-dire la compréhension du mécanisme d'action de l'agent.

De plus en plus souvent, les résultats d'études épidémiologiques ayant mises en évidence des risques augmentés de survenue de maladie en lien avec des facteurs environnementaux font l'objet d'articles dans la presse et les médias, à l'origine de débats et de multiples controverses. Face à ces informations à la fois abondantes, parcellaires et inégalement accessibles, **nous souhaitons dans le présent document donner des notions clés au lecteur pas nécessairement spécialiste, pour mieux comprendre les résultats d'une étude épidémiologique et apprécier l'analyse des données actuelles** de la science relatives aux effets sanitaires des différentes filières de traitement des déchets.

Les études épidémiologiques ont d'autant plus de chance d'être publiées que leurs résultats montrent un risque statistiquement significatif. Ce « biais de publication » peut donner aux lecteurs une perception biaisée de l'état de la recherche.

En statistiques, un résultat est dit significatif lorsqu'il est très peu probable qu'il puisse être obtenu par un simple hasard. La valeur « p » indique la probabilité que le résultat d'une étude épidémiologique puisse être attribué au seul fait du hasard. Habituellement, on utilise comme seuil de probabilité 5%. Si le résultat avait moins de 5% de chances d'être obtenu par hasard, alors il est jugé significatif. La multiplication de tests statistiques augmente les chances d'obtenir un résultat significatif par hasard. C'est comme aux dés, plus on lance un dé, plus les chances d'obtenir un « 6 » augmentent.

A ce niveau là, se pose la question du seuil d'exposition au produit. C'est une question très importante dans la relation santé-environnement car la question des courbes dose /

* Les mots ou expressions suivis d'un astérisque sont définis dans un Lexique page 37.

réponse à faible dose ou très faible dose, pour les agents potentiellement actifs sur la santé, est un problème scientifique majeur. Il y a deux approches possibles : l'approche dite « à seuil », où l'on postule qu'il n'y aura pas d'effet avant une certaine dose, et l'approche dite « sans seuil » où l'on postule que toute unité de dose peut entraîner un effet biologique.

Le choix de rassurer les populations dans leur perception passe inexorablement par une bonne connaissance et une bonne maîtrise des risques par les autorités. La tâche est loin d'être facile quand il s'agit de traiter, dans nos sociétés actuelles, des volumes de déchets de plus en plus importants alors que les populations refusent les installations de traitement dans leur environnement proche. L'enjeu est donc bien de gérer ces risques et pas uniquement leur perception.

Enfin, je rappellerais l'évolution des normes réglementaires. En effet, l'élaboration de ce document a nécessité de prendre en considération la notion de temporalité.

Il faut garder en mémoire qu'aujourd'hui, un incinérateur aux normes européennes produit en 10 à 20 ans le taux de dioxine que produisait en 2 mois un incinérateur d'ancienne réglementation. Les résultats des études épidémiologiques nécessitent du temps, et les données concernant les installations récemment mises en conformité sont actuellement peu nombreuses, voire pas disponibles.

Ceci est évident pour les incinérateurs dont les normes ont beaucoup évolué, mais il en est de même pour des modes de traitement comme les centres de tri ou le stockage, pour les-

quels les normes évoluent avec les avancées scientifiques, c'est-à-dire plus vite que le recul nécessaire à la réalisation d'une étude épidémiologique de qualité. Par ailleurs, il faut noter qu'en France, les normes sont souvent plus sévères qu'ailleurs ; il est donc difficile de comparer des résultats d'un pays à l'autre.

Ainsi, l'objectif de ce document est de **clarifier ce sujet complexe de la relation Santé-Déchets, en proposant une synthèse la plus accessible possible aux différentes parties prenantes**, et qui leur permette d'estimer leur capacité à répondre aux questions relatives aux effets des activités de gestion des déchets ménagers et assimilés sur la santé des travailleurs et des populations riveraines, et d'identifier les recherches à poursuivre dans ce domaine.

En effet, la position d'AMORCE est claire, si un facteur de l'environnement est responsable d'une pathologie, c'est une information importante puisque l'on peut faire quelque chose ! L'objectif d'AMORCE est donc, dans la mesure du possible, de faire la relation entre un effet produit par l'élimination des déchets et la santé. Lorsque c'est le cas, l'objectif de l'employeur et du politique est soit d'éliminer, soit de remplacer soit d'atténuer les effets du produit en question.

Ce document de synthèse se place résolument dans une démarche préventive, explicative, pédagogique ainsi que dans une démarche de transparence face à ce défi qui nous concerne tous.

Bonne lecture,

Thierry PHILIP



© CENTRE LÉON BÉRARD

Introduction

Les déchets produits sont de plus en plus nombreux (en France, 868 millions de tonnes en 2008 selon l'ADEME), mais aussi de plus en plus variés. Cette tendance est liée au développement de l'économie de marché, par la production accrue des déchets issus de la consommation des ménages, mais aussi de ceux issus des processus industriels.

Les déchets se répartissent en différents groupes :

Les déchets ménagers (produits par les ménages) comme les ordures ménagères, les encombrants, les déblais et gravats ou les déchets végétaux. Ils comprennent également les déchets liés à l'automobile (véhicules hors d'usage, huiles, pneus, batteries) et les déchets ménagers spéciaux (DMS) qui ne peuvent pas être éliminés sans danger dans le circuit des déchets ménagers. Conjugué à celui des déchets industriels banals, leur tonnage a doublé en quarante ans ;

Les déchets des espaces publics (rues, espaces verts, marchés) et des établissements publics (administrations, écoles, établissements de santé) ;

Les déchets de l'agriculture ;

Les déchets artisanaux et commerciaux ;

Les déchets des bâtiments et travaux publics (BTP) ;

Les déchets industriels dangereux (DID) ;

Les déchets industriels banals (DIB) qui, même s'ils ne proviennent pas des ménages, sont assimilés à des déchets ménagers car ils peuvent être éliminés dans les mêmes installations.

Depuis plusieurs années, l'effet des modifications de l'environnement sur la santé humaine est une préoccupation majeure de santé publique tant sur le plan national qu'international. Dans ce contexte, la question des effets de la gestion des DMA sur l'environnement et la santé des professionnels et des populations riveraines des installations est souvent abordée et concerne à la fois les politiques, les industriels et les citoyens.

Début 2008, le Grenelle de l'environnement a mis en place un intergroupe de travail sur le thème « Déchets » qui a abordé des sujets spécifiques aux déchets mais aussi transversaux, comme l'environnement et la santé publique. L'engagement 265 du Grenelle « *Evaluation de l'impact environnemental et sanitaire des modes de gestion des déchets* » indique la nécessité de renforcer les travaux dans le domaine. Cette évaluation permettra de s'assurer d'une limitation des impacts des modes de gestion retenus (de la collecte à l'élimination) et d'accompagner les innovations dans la prise en compte de ces enjeux.

La loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement (dite Grenelle 2), décline les objectifs entérinés par le premier volet législatif du Grenelle de l'environnement :

Augmenter le recyclage (matière et organique) : en 2012 35% des déchets ménagers et assimilés orientés vers le recyclage matière ou organique ; en 2015 45% des déchets ménagers et assimilés orientés vers le recyclage matière ou organique ;

Accroître les flux de déchets détournés du stockage et de l'incinération avec un objectif de diminution de 15% des déchets destinés à l'enfouissement ou à l'incinération à l'horizon 2012.

La question des enjeux sanitaires liés aux déchets est complexe et donne lieu à de nombreux débats. Devant la diversité des polluants en présence, des modes de gestion et des voies d'exposition, les connaissances restent imparfaites et perfectibles.

Les effets sur la santé de la gestion des déchets ménagers peuvent être divers, en fonction de la nature de ceux-ci. En effet, ils peuvent être liés à la présence de matières organiques ou d'organismes susceptibles d'être pathogènes par eux-mêmes ou en tant que vecteur, de matières piquantes/tranchantes ou de matières combustibles pouvant dégager des substances nocives, ou de résidus de substances toxiques.

Plusieurs enquêtes santé environnement réalisées en population générale, telles que le baromètre de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (**IRSN, www.irsn.org**) sur la perception des risques et de la sécurité, les enquêtes de l'Institut français de l'environnement (**IFEN, www.ifen.fr**) et de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (**ADEME, www.ademe.fr**), ainsi que le Baromètre Santé-Environnement de l'Institut national de prévention et d'éducation pour la santé (**INPES, www.inpes.sante.fr**), mettent en évidence que la problématique des déchets et leur impact potentiel sur la santé constituent une source de préoccupation quotidienne de la population, et notamment des populations riveraines des sites.

Avertissement de lecture

Ce document a pour objectif de vous proposer une synthèse accessible et compréhensible des connaissances disponibles sur les effets sanitaires de la collecte, du tri, du compostage, de l'incinération, et du stockage des déchets ménagers et assimilés, observés tant chez les employés de ces installations que dans les populations qui vivent à proximité, en se limitant au champs du service public de gestion des déchets.

Une évaluation complète de la filière au regard des autres filières aurait nécessité la prise en compte des effets sanitaires des installations de recyclage (plasturgies, verreries, aciérie, métallurgie, ...) et plus généralement de l'utilisation des sous-produits de valorisation qui n'ont pas pu être abordés dans ce travail.

Pour rédiger ce document, les auteurs se sont appuyés en grande partie sur le rapport de synthèse* scientifique et technique intitulé « L'évaluation des effets sanitaires liés à la gestion des déchets ménagers et assimilés » coordonné par l'Unité cancer environnement du Centre Léon-Bérard et l'Observatoire régional de la santé (ORS) en Rhône-Alpes, et ayant bénéficié du soutien financier d'AMORCE et de la Région Rhône-Alpes, sans implication scientifique et logistique dans sa phase d'élaboration.

Le rapport de synthèse scientifique publié en avril 2011 est une revue méthodique des rapports de synthèse* disponibles sur le sujet complétée par une analyse des données issues d'études primaires* pour la période 2005-2010 ; il s'appuie sur des études nationales et internationales ayant été menées autour et dans des installations soumises à une ancienne réglementation et ne correspondant pas aux normes actuellement en vigueur.

A la fin de ce document figure un Tableau de synthèse des données disponibles, qui constitue pour les auteurs du rapport scientifique mentionné ci-dessus, une proposition de qualification des données disponibles concernant les effets sanitaires liés à la gestion des déchets ménagers et assimilés.

Les auteurs du présent document ont par ailleurs rédigé des informations complémentaires notamment sur la prévention des risques, les nuisances, le compostage domestique et les accidents du travail.

Toutes les références bibliographiques et sources de référence consultées pour la rédaction de ce document figure dans une partie Bibliographie.

L'ensemble des sigles mentionnés au fil des pages sont listés dans une *Liste des sigles*.

* Les mots ou expressions suivis d'un astérisque sont définis dans un Lexique page 37

Chapitre 1

La collecte et le tri

Avertissement

La collecte et le tri sont deux étapes très différentes de la gestion des déchets ménagers et assimilés.

Cependant, la majorité des publications analysées ayant une approche commune de ces deux activités, les effets sanitaires de la collecte et du tri ont été étudiés conjointement.

D'autre part, l'étude se limite au champ du service public de gestion des déchets ménagers, excluant donc la prise en compte des impacts sanitaires des différentes filières de recyclage (verrerie, aciérie, plasturgie, papeterie...).

1.1 Eléments de cadrage

Chaque année en France, près de 38 millions de tonnes de déchets ménagers et assimilés* (soit un peu moins de 600 kg par habitant et par an) sont collectées par le service public d'élimination des déchets.

Les ordures ménagères résiduelles* (OMR) représentent plus de la moitié de ce flux ; le reste est constitué des collectes sélectives (6,8 millions de tonnes) et des déchets déposés en déchèteries (11,8 millions de tonnes).

La collecte des OMR et la collecte sélective emploient près de 18 000 personnes en France ; cette activité de collecte est celle qui génère le plus d'emplois dans le domaine des déchets.

Si les centres de tri de collecte sélective sont de plus en plus mécanisés, des opérations manuelles de tri et de manutention des déchets et des matériaux triés restent nécessaires.

1.2 Données d'exposition

Les opérations de collecte et de tri des déchets ménagers exposent les professionnels à différents types de polluants.

Ainsi, dans des environnements confinés où les déchets sont manipulés de façon manuelle et/ou mécanique, les travailleurs **sont exposés principalement à des poussières, des agents biologiques dispersés dans l'air (bioaérosols*), des gaz et des vapeurs (composés organiques volatils* notamment)**. Parmi les bioaérosols identifiés, les moisissures, les bactéries – en particulier celles d'origine fécale, ainsi que certaines substances constitutives ou produites par ces microorganismes, en particulier les endotoxines bactériennes, responsables de l'inflammation des voies respiratoires chez les sujets exposés, sont retrouvés à des taux plus élevés dans les ambiances de travail que dans l'air extérieur.

L'utilisation de convoyeurs ouverts ou la réalisation d'opérations de nettoyage à l'air comprimé favorisent la formation de ces bioaérosols.

Les études montrent également que les conducteurs de bennes à ordures ménagères sont davantage exposés aux bac-

téries dont la température de développement optimal est voisine de celle du corps humain (bactéries mésophiles*) et aux endotoxines, que les salariés qui travaillent dans les centres de tri. Enfin, les ripeurs sont en moyenne plus exposés aux poussières que les conducteurs.

1.3 Effets sanitaires étudiés

Zoom sur les données bibliographiques

8 rapports de synthèse* portant sur les impacts sanitaires de la collecte et du tri des déchets ménagers ont été recensés entre 1995 et 2009 :

- **100 %** des rapports de synthèse concernent **uniquement les professionnels**.
- **6** rapports de synthèse émanent **d'équipes françaises**.

Les **études citées** dans les rapports de synthèse ont pour principaux pays d'origine le **Danemark**, les **Pays-Bas** et le **Royaume-Uni**.

16 études individuelles ont été identifiées entre 2005 et 2010, mais **seulement 7 ont été retenues :**

- **100 %** de ces études portent sur **les professionnels** (pas d'étude connue sur les riverains).
- **6** études portent sur la **collecte**, **1 seule** concerne le **tri**.

4 études concernent des **pays étrangers** (Brésil, Grèce, Inde) ; les pratiques de gestion des déchets dans ces pays ne sont pas détaillées et sont différentes du contexte français.

1.3.1 Effets sanitaires étudiés chez les professionnels

Un chapitre de ce rapport (chapitre 5) est dédié aux accidents de travail dans les filières de gestion des déchets ménagers et assimilés, et concerne notamment la collecte et le tri des déchets.

Des symptômes respiratoires et gastro-intestinaux, ainsi que des irritations oculaires et cutanées sont régulièrement rapportés chez les salariés de la collecte et du tri des déchets ménagers.

L'exposition de ce personnel aux troubles musculo-squelettiques est également à souligner.

Troubles respiratoires

Des études étrangères menées dans les années 90 auprès de salariés de la collecte et du tri montrent que ces professionnels souffrent plus souvent d'oppression thoracique, de symptômes pseudo-grippaux, d'irritations du nez et des yeux, de douleurs ou d'irritations de la gorge, par rapport aux salariés des groupes témoins des études (employés de bureau et ouvriers travaillant dans des usines de purification de l'eau). Parfois associés à des signes biologiques d'inflammation de la muqueuse nasale, ces troubles aigus sont corrélés avec l'abondance de poussières et d'agents biologiques (moisissures, bactéries, endotoxines) dans l'environnement de travail.

- >> Les données montrent qu'il existe une **association convaincante** entre la survenue de troubles respiratoires aigus et l'exposition des professionnels de la collecte et du tri des déchets (études menées dans les années 90).
- >> Les études disponibles **ne permettent pas de conclure** sur l'association entre les troubles respiratoires chroniques et l'exposition des professionnels de la collecte et du tri des déchets.

Troubles gastro-intestinaux

Les troubles digestifs rapportés sont principalement des diarrhées, des vomissements et des nausées. Ces troubles gastro-intestinaux affectent aussi bien les professionnels de la collecte que ceux du tri.

- >> Les études (fin des années 90 et 2003) permettent d'établir une **association probable** entre la survenue de ces troubles et le taux élevé de polluants d'origine microbienne (microorganismes totaux, moisissures ou endotoxines) au niveau des postes de travail.

On note en particulier une prévalence importante des nausées, vomissements et diarrhées chez les employés chargés de la collecte en lien avec des taux élevés d'endotoxines émises notamment lors du chargement des ordures dans les camions. De même, les salariés du secteur du tri les plus exposés aux poussières sont plus nombreux à souffrir de diarrhées que les moins exposés à ce type de polluants.

Troubles dermatologiques

Les troubles déclarés par les salariés sont principalement des signes d'irritation et des éruptions d'aspect allergique. Cependant, ces symptômes, qui correspondent à des plaintes de la part de personnes exposées, n'avaient pas fait l'objet d'une confirmation médicale. De plus, tous les rapports de synthèse disponibles se réfèrent à une seule et même étude danoise remontant à 1997.

- >> Dans l'état actuel des connaissances, **les données ne sont pas suffisantes** pour conclure à une association entre l'exposition professionnelle des salariés de la collecte et du tri et la survenue de troubles dermatologiques irritatifs.



PHOTO : SIMON LAGUARDE / SMIRGEOMES

Centre de tri.

Troubles oculaires

Une seule étude publiée en 1992 fait état de troubles oculaires rapportés par les salariés, ici encore sans confirmation médicale : ce sont principalement des troubles irritatifs mineurs.

- >> Les **données actuelles sont insuffisantes** pour conclure à une association entre l'exposition professionnelle des salariés de la collecte et du tri et la survenue de troubles oculaires.

Troubles musculo-squelettiques

Les troubles musculo-squelettiques (TMS) relevés sont principalement des douleurs du dos, des épaules et de la région lombaire.

- >> Les recherches effectuées mettent en évidence une **association convaincante** entre la survenue de ces TMS et l'activité exercée par les salariés de la collecte et tri.

Ces problèmes musculaires et contraintes sur la colonne vertébrale sont provoqués par les gestes et les postures des agents de collecte et des trieurs : gestes répétitifs réalisés à une cadence soutenue, parfois dans des postures inconfortables et associés, principalement pour la collecte, à la manipulation de charges lourdes.

Maladies infectieuses

Dans certains pays (Grèce et Brésil), des 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.

1.3.2 Effets sanitaires étudiés chez les riverains

Comme précisé plus haut (zoom sur les données bibliographiques, p. 12), il n'existe **pas d'étude**, à ce jour, sur les risques sanitaires de la collecte et du tri des déchets pour les riverains.

1.4 Conclusion

Il est important de rappeler que les différentes études analysées portent sur des contextes professionnels disparates, qu'elles ont des objectifs différents et des effets recherchés

spécifiques, qui rendent les comparaisons difficiles. Par ailleurs, la grande variabilité des résultats de métrologie* d'une étude à l'autre ainsi que des lieux d'étude (Brésil, Grèce, Danemark...) complique la comparaison et l'interprétation des résultats.

Cependant, des études menées chez les travailleurs affectés à la collecte ou au tri des déchets ont montré une plus grande fréquence des troubles respiratoires aigus et de troubles gastro-intestinaux – souvent liés aux bioaérosols présents dans les ambiances de travail – et des troubles musculo-squelettiques liés aux gestes et aux postures. Ces travailleurs peuvent également être exposés à certaines maladies infectieuses (hépatites, en particulier), notamment lors de piqûres ou de coupures avec des ordures souillées par du sang.

Cependant, ce risque reste très faible en France, en raison des mesures réglementaires et sanitaires en vigueur.

1.5 Zoom sur la prévention des risques

Une évolution de la réglementation et des préconisations est venue récemment, dans une démarche générale de prévention des risques professionnels, améliorer les conditions de travail des salariés de ces deux secteurs d'activité. Citons par exemple :

- **Le guide publié en 2005 par l'INRS** concernant la conception des centres de tri des déchets. Ce document fournit des préconisations permettant de réduire les différents risques pour les salariés et notamment les risques sanitaires (ventilation des locaux, ergonomie des postes de travail...). Une mise à jour de cet ouvrage a été publiée en décembre 2011.
- **Les formations « gestes et postures »** dispensées aux agents des métiers de la collecte et du tri des déchets, permettant notamment de prévenir les troubles musculo-squelettiques. Ainsi, la FNADE publie et met à jour des documents de recommandations sur la prévention des risques aux postes de travail.
- La recommandation **R 437 de la CNAMTS adoptée en 2008**. Ce document recense différentes mesures relevant d'une part de la compétence du donneur d'ordres, et d'autre part de la compétence du prestataire de services, permettant de prévenir les risques professionnels associés à la collecte.
- **L'amélioration des conditions de collecte des DASRI** (déchets d'activités de soins à risques infectieux des ménages). Les déchets d'activités de soins à risque infectieux (DASRI) doivent suivre depuis le 6 novembre 1997 I (décret n°97-1048) un circuit de collecte spécifique. Et la loi n°2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement (dite loi Grenelle 1) prévoit pour ces déchets l'instauration, mi 2012, d'une filière de responsabilité élargie des producteurs (REP) qui devrait réduire davantage le risque pour les salariés de la collecte et du tri d'être en contact avec des déchets souillés par du sang.

* Les mots ou expressions suivis d'un astérisque sont définis dans un Lexique page 37

Chapitre 2

Le traitement biologique par compostage

2.1 Éléments de cadrage

La valorisation organique des déchets ménagers et assimilés, qui représente un des objectifs prioritaires de la loi Grenelle 1, se développe de plus en plus. En 2009, l'enquête menée par le Ministère du développement durable a permis d'estimer à 800 le nombre d'installations de compostage en fonctionnement en France et à 4 millions de tonnes le volume de compost produit (toutes matières organiques entrantes confondues).

Le compostage est un procédé de traitement biologique aérobie⁽¹⁾, c'est-à-dire en présence d'oxygène, en conditions contrôlées, des matières fermentescibles contenues dans les déchets. Il peut se réaliser sur différents types de déchets : déchets verts, FFOM (fraction fermentescible d'ordures ménagères), biodéchets collectés sélectivement. Dans les conditions optimales, il produit du gaz carbonique, de l'eau, de la chaleur et un résidu organique stabilisé riche en éléments minéraux et en composés humiques : le compost. Formé de matières organiques stabilisées, ce compost est utilisable en tant que produit amendement. Il doit au minimum répondre aux normes d'application obligatoire qui fixent notamment un certain nombre de critères d'innocuité à respecter pour être mis sur le marché.

La décomposition comprend deux étapes successives qui dépendent de la composition de la microflore (micro-organismes naturellement présents dans le milieu) :

- *La fermentation ou phase thermophile* (dégagement de chaleur), qui dure quelques semaines et se caractérise par une dégradation de la fraction organique simple. Durant cette étape, la multiplication des micro-organismes saprophytes* et thermophiles* et la température élevée (environ 70°C), contribuent à détruire la plupart des micro-organismes pathogènes fécaux présents dans le produit initial (phase d'hygiénisation).
- *La maturation ou phase mésophile*, qui commence lors de la diminution de la température et dure quelques semaines à plusieurs mois selon la qualité agronomique attendue du compost. A l'activité des premiers microorganismes succède celle des actinomycètes* et des moisissures mésophiles*, puis d'organismes de plus grande taille (vers). Après retournement et criblage, cette phase aboutit à l'homogénéisation du compost.

1) La méthanisation des déchets ménagers, qui consiste, quant à elle, à traiter les déchets organiques en milieu anaérobie, c'est à dire en l'absence d'oxygène, connaît un développement relativement récent. Ce mode de traitement n'a, à l'heure actuelle, pas fait l'objet d'études sanitaires.

2.2 Rejets et données d'exposition

2.2.1 Rejets des plateformes de compostage

Les eaux

Les eaux de percolation* des différentes aires non couvertes (fermentation, maturation et stockage) et les eaux de ruissellement du site sont des effluents* du compostage. Les installations sont équipées d'aires bétonnées et étanches afin d'empêcher tout transfert de polluants vers les sols. Ces eaux sont collectées dans un bassin de rétention et traitées. Elles sont le plus souvent réinjectées dans le processus (recyclage) ; elles peuvent aussi, sous réserve de respect d'un certain nombre de valeurs limites, être rejetées dans le milieu naturel.

Les odeurs

Lors de la plupart des étapes du compostage, des molécules odorantes sont émises dans l'air. Leur nature dépend du type de déchets, de leur état de décomposition et du mode de conduite des étapes de fermentation et de maturation. Les principaux gaz responsables de fortes odeurs sont les mercaptans, l'ammoniac, les cétones et les esters. Certaines plateformes sont couvertes et les gaz odorants sont captés puis traités.

2.2.2 Données d'exposition

Les émissions atmosphériques chimiques

Durant le compostage, divers gaz peuvent être émis dans l'atmosphère en fonction des conditions d'aération, de l'étape du traitement ou encore de la nature des déchets traités : gaz carbonique (dioxyde de carbone), protoxyde d'azote (oxyde nitreux), composés soufrés et ammoniac principalement, mais aussi, en plus faible quantité, composés organiques volatils non méthaniques. Lors de la manipulation des matières, des poussières sont mises en suspension dans l'air. Ces poussières sont parfois vectrices d'éléments traces métalliques (ETM) ou de composés traces organiques (CTO).

Les agents biologiques

Il s'agit de micro-organismes vivants et morts, ainsi que leurs fragments, constituants et métabolites.

Au départ du processus de compostage, les déchets contiennent un certain nombre de micro-organismes d'origine fécale (bactéries, virus et parasites), dont certains sont pathogènes par voie digestive (cas de *Salmonella spp*).

Durant le compostage, la flore mésophile* est remplacée par une flore thermophile* dont certains germes peuvent présenter un risque infectieux, allergique ou toxique : c'est le cas des actinomycètes, des moisissures et de leurs spores.



© DANIEL GILLET / ORGANOM

Plateforme de compostage.

Micro-organismes filamenteux proches des bactéries, les actinomycètes peuvent atteindre des concentrations de 100 millions à 1 milliard de germes par gramme de matière sèche. Les genres ou espèces majoritaires sont *Thermonospora* et *Thermoactinomyces* au début du compostage et *Saccharomonospora viridis* et *Faenia rectivirgula* en fin de compostage.

La flore fongique thermophile est présente quant à elle à des concentrations de 1 000 à 10 000 UFC * par mètre cube. Les genres prédominants sont *Aspergillus*, *Penicillium* et *Cladosporium*. Les proportions sont très variables selon les études : *Aspergillus* représenteraient 60 à 90% des espèces thermotolérantes alors que dans d'autres travaux, *Penicillium* ou *Cladosporium* seraient prédominants. Les concentrations de ces derniers varient de 1 000 à 10 000 UFC par mètre cube.

Constituants de la paroi des bactéries Gram négatives *, les endotoxines sont libérées lors de la destruction (lyse) et de la multiplication de celles-ci. Elles sont présentes sous formes particulaires dans l'atmosphère des unités de compostage.

Les mycotoxines sont des substances produites quant à elles par certaines moisissures dans des conditions d'humidité, de température et de nutriments optimales. Certaines d'entre elles étant retrouvées dans le compost (cf. ci-dessus), la question de la présence de mycotoxines dans l'air pendant les activités de compostage s'est posée. Des expositions en milieu professionnel ont été mesurées, mais cette métrologie reste expérimentale et les effets sur la santé attribuables aux mycotoxines doivent être mieux précisés. Néanmoins ces composés peuvent s'avérer toxiques, en particulier pour les cellules (cytotoxicité) et le système immunitaire (immunotoxicité), lors d'une exposition respiratoire et/ou cutanée.

2.3 Effets sanitaires étudiés

Zoom sur les données bibliographiques

Les installations de compostage des déchets ménagers ont fait l'objet de **10 rapports de synthèse*** (dont 4 en France) concernant les données publiées entre 2001 et 2009 :

- **9** traitent des effets sanitaires observés chez les **professionnels** ; 1 étude citée aborde le risque de cancer chez ces derniers ;
- **4** analysent les effets sanitaires induits chez les **rive-rains**.

2.3.1 Effets sanitaires étudiés chez les professionnels

Troubles respiratoires aigus

Les troubles respiratoires ont été les symptômes les plus étudiés chez les professionnels du compostage. Cependant, il faut distinguer les troubles respiratoires aigus, qui ont fait l'objet de nombreuses études et rapports de synthèse* au cours des trente dernières années, des troubles chroniques – type bronchite chronique –, pour lesquels la littérature est plus pauvre.

Des troubles respiratoires aigus ont souvent été mis en relation avec l'inhalation des bioaérosols présents dans le milieu de travail. Plusieurs études ont fait état de manifestations allergiques et inflammatoires (irritations du nez, de la

Focus sur le compostage domestique

Environ un tiers de la population française (essentiellement en milieu rural) composte ses déchets organiques (déchets verts, déchets de cuisine...) à domicile. Cette pratique peut comporter certains risques, notamment pour les utilisateurs peu rigoureux ou présentant des facteurs de risques individuels.

L'ADEME a lancé en 2008 une analyse bibliographique sur l'évaluation des impacts sanitaires et environnementaux du compostage domestique. **Cette étude montre un manque important de données sur ce sujet.** De plus, les informations existantes sont la plupart du temps basées sur des extrapolations de données issues du compostage industriel, donc assorties d'incertitudes.

Ce travail permet cependant d'identifier les situations potentiellement les plus impactantes. **L'étude distingue quatre situations** couvrant a priori l'étendue des expositions susceptibles de comporter des risques sanitaires lors du compostage domestique :

Situation 1 : expositions respiratoires chroniques aux émissions atmosphériques diffuses du tas de compost. L'étude conclut que cette situation n'est pas susceptible d'engendrer des risques sanitaires inacceptables. En effet, les concentrations estimées dans cette situation pour les micro-organismes, les endotoxines et les poussières organiques sont très inférieures aux valeurs de bruit de fond et aux valeurs limites de référence (valeurs à partir desquelles des effets néfastes pour la santé sont possibles) disponibles lors de la réalisation de cette étude.

Situation 2 : expositions respiratoires aiguës lors des opérations de retournement, brassage et/ou tamisage du compost. Cette situation semble la plus susceptible d'engendrer des risques sanitaires par voie respiratoire. En effet, les expositions aux micro-organismes semblent très largement au-dessus des valeurs limites d'exposition dérivées des référentiels professionnels. Cependant, ces données doivent être pondérées, les valeurs limites de référence étant fixées pour des expositions de 8 heures par jour alors que cette situation 2 concerne des expositions beaucoup plus courtes (quelques minutes, le temps de brasser le tas).

Situation 3 : expositions orales directes par ingestion involontaire de particules de compost (expositions aiguë et chronique). Dans cette situation, l'étude conclut que les expositions orales aux micro-organismes ne peuvent pas être évaluées en raison d'un manque de connaissances sur les quantités de pathogènes digestifs dans le compost domestique. Concernant les composés chimiques, les données indiquent un potentiel de risques très bas pour les expositions orales aiguës. Ces résultats sont, bien entendu, dépendants de la quantité de compost présente dans les particules de sol ingérées.

Situation 4 : expositions orales chroniques indirectes résultant du transfert des polluants du compost vers les plantes potagères (amendement de la terre d'un jardin potager avec le compost). L'état actuel des données disponibles ne permet pas de tirer de conclusions pour cette situation.

L'étude conclut donc que ce sont les situations 2 et 3 les plus susceptibles d'engendrer des risques sanitaires si elles ne sont pas, dans la réalité quotidienne, encadrées par des recommandations et des accompagnements techniques éventuels visant à réduire les expositions (éventuellement port d'un masque à poussières, humidification du tas avant brassage, lavage des mains après manipulations...). Un travail est actuellement en cours de réalisation afin de compléter cette étude et, ainsi, améliorer nos connaissances sur les impacts du compostage domestique ; des mesures en laboratoire et sur le terrain sont effectuées dans diverses configurations de compostage et notamment, dans le cas de processus mal conduits.

gorge, des yeux, voire toux accompagnée de sifflements) ; des symptômes pseudo-grippaux avec fièvre, nausées et maux de tête ont également été observés, dans le cas de niveaux d'exposition élevés.

Même si les taux des bioaérosols dans l'air peuvent varier considérablement d'un site à l'autre (une étude publiée en 2008 relève des écarts d'un facteur de 1 à 100 millions), mais également d'un endroit à un autre sur un même site, et même si leur effet est difficile à distinguer de celui des polluants chimiques (comme l'ammoniac),

>> Les données actuellement disponibles montrent une **association convaincante** entre troubles respiratoires aigus et exposition chez les professionnels des centres de compostage.

Concernant les troubles respiratoires chroniques, une seule étude publiée en 2007 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 ne sont donc pas suffisantes** pour conclure sur une association possible entre ces effets et l'exposition, chez les professionnels de cette filière.

Troubles dermatologiques

Cinq rapports de synthèse* ont recensé des éruptions cutanées et des irritations de la peau chez les travailleurs exposés aux bioaérosols générés par le compostage des déchets ménagers et assimilés.

>> Bien que la portée de ces résultats prête à discussion (les troubles signalés relevaient d'auto-évaluations), les résultats suggèrent une **possible association** entre les troubles dermatologiques déclarés et l'exposition.

Troubles gastro-intestinaux

Comme pour les problèmes dermatologiques, les troubles digestifs (diarrhées) décrits chez les salariés des centres de compostage relèvent d'une auto-évaluation.

>> Les conclusions des deux revues de synthèse qui abordent la question étant cependant convergentes, un risque de troubles digestifs est possible chez les professionnels exposés.

Troubles oculaires

Des irritations oculaires mineures sont rapportées dans quatre rapports de synthèse. Elles suggèrent que ces désagréments, malgré leur caractère subjectif (évaluation par les professionnels eux-mêmes), peuvent être associés à l'exposition des salariés du compostage.

2.3.2 Effets sanitaires étudiés chez les riverains

Symptômes divers

Les études épidémiologiques concernant les effets sanitaires des sites de compostage sont beaucoup plus rares en ce qui concerne les populations riveraines. Néanmoins, quatre rapports de synthèse mentionnent la survenue de symptômes divers de type nausées, maux de tête, vomissements et toux. L'un d'eux, se référant à l'étude la plus importante, menée en Allemagne, associe certains signes, comme une fatigue excessive ou des tremblements, à une exposition à des concentrations élevées de microorganismes (100 000 UFC* par mètre cube d'air)⁽²⁾

>> Ces données apportent des arguments en faveur d'une **association possible** entre symptômes divers (nausées, maux de tête, vomissement, fatigue) et exposition aux émissions des plateformes de compostage chez les riverains.

Cependant, au-delà 50 mètres, les concentrations sont substantiellement réduites par rapport aux zones proches de la source (Stagg, 2010).

Troubles respiratoires

L'étude allemande précédemment citée, évoque également des risques de bronchite, de difficultés respiratoires (dyspnée) au repos ou à l'effort et de toux (au réveil ou pendant la journée) chez les personnes ayant résidé plus de cinq ans à proximité

du site de compostage objet de l'étude (entre 50 et 200 m sous le vent).

>> Ces données apportent des arguments en faveur d'une **association possible** entre les troubles respiratoires et l'exposition aux émissions des plateformes de compostage chez les riverains.

2.4 Conclusion

L'étude des effets sanitaires relatifs au compostage des déchets ménagers et assimilés concerne principalement les personnels travaillant sur les sites ; peu de recherches ont été effectuées jusqu'à présent auprès des riverains.

Chez les professionnels travaillant sur les plateformes de compostage, l'exposition aux bioaérosols peut entraîner une irritation des muqueuses respiratoires et des yeux, et un risque plus élevé de maladies respiratoires allergiques. Aucune conclusion ne peut être tirée en ce qui concerne une altération de la fonction respiratoire à long terme dans la mesure où les données épidémiologiques disponibles ne sont pas suffisamment nombreuses et convergentes. Les bioaérosols apparaissent, en outre, comme une source possible de troubles gastro-intestinaux et de troubles dermatologiques.

Les études montrent une possible association entre des symptômes divers rapportés par les riverains et leur exposition aux microorganismes présents dans l'environnement des unités de compostage.

2.5 Zoom sur la prévention des risques

Les installations de compostage de déchets ménagers et assimilés sont des ICPE (Installations classées pour la protection de l'environnement) ; elles sont classées sous la rubrique 2780.

A ce titre, elles font l'objet de prescriptions techniques (et notamment d'un certain nombre de contrôles – voir la partie *Synthèse et mesures préventives* en fin de document), définies par arrêtés.

Pour les installations soumises à autorisation, voire à enregistrement, une étude d'impact doit être effectuée dans le cadre de la demande d'autorisation d'exploiter.

Un guide méthodologique pour l'évaluation du risque sanitaire de l'étude d'impact des installations de compostage soumises à autorisation a été réalisé, à la demande du ministère de l'environnement, par l'ASTEE (Association scientifique et technique pour l'eau et l'environnement) en 2006. Ce document est un outil opérationnel d'aide à la décision d'implantation des installations permettant d'évaluer le risque sanitaire d'un projet local pour les populations riveraines des installations de compostage.

La FNADE (Fédération nationale des activités de la dépollution et de l'environnement) a, quant à elle, créé un groupe de travail constitué des différents experts du compostage et de la méthanisation. Cette instance rédige un cahier des clauses techniques générales permettant d'encadrer la construction des installations de compostage et de méthanisation de déchets ménagers et autres déchets non dangereux. Ce document comporte notamment des préconisations à intégrer lors de la conception de l'installation mais également en phase d'exploitation, afin de prévenir les risques pour les travailleurs.

2) Les valeurs guides en milieu professionnel sont pour les champignons 1000 UFC/m³ et pour les micro-organismes totaux elles sont de 10 000 UFC/m³. (source: RECORD)

Chapitre 3

Les usines d'incinération d'ordures ménagères (UIOM)

3.1 Eléments de cadrage

L'incinération des ordures ménagères et assimilées est un mode de traitement thermique qui consiste à brûler les déchets dans des fours, en présence d'air.

Les gaz générés par cette combustion sont traités à l'aide de dispositifs d'épuration des fumées.

L'énergie fournie par ce traitement thermique permet de produire de la vapeur qui peut être utilisée sous trois formes : chaleur seule, électricité seule ou les deux (cogénération).

En France en 2008, 13,52 millions de tonnes de déchets ménagers et assimilés ont été incinérés sur les 47,11 millions de tonnes de déchets ménagés et assimilés collectés par le service public, soit 28,7 % (ADEME, 2010).

Avec aujourd'hui 130 usines d'incinération d'ordures ménagères en fonctionnement (en 1997, nous en comptons 300), la France possède le plus grand parc d'Europe en nombre d'unités. Cependant, les installations sont de capacité relativement modeste : 100 000 tonnes en moyenne, pour 300 000 par exemple chez nos voisins allemands.

Une prise de conscience tardive des risques de pollution associés aux UIOM (les premières normes réglementant les émissions des incinérateurs n'ont été adoptées au niveau européen qu'en 1989 et traduites en droit français qu'en 1991) et la mauvaise exploitation de certaines unités ont porté préjudice à l'image de cette technique de traitement des déchets en France.

L'arrêté ministériel du 20 septembre 2002 (arrêté relatif aux installations d'incinération et de co-incinération des déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets de soin à risque infectieux - modifié le 3 août 2010) a imposé une mise aux normes drastique de l'ensemble du parc d'incinérateurs, quels que soient la taille de l'installation et le type de déchets traités.

Ce texte fixe notamment :

- Des valeurs limites d'émissions atmosphériques pour les différents polluants générés (dioxines et furanes (PCDD/F), NOx, HCL, HF, métaux, polluants organiques...) par l'incinération des déchets. Le texte prévoit, en outre, les conditions dans lesquelles ces valeurs limites sont contrôlées.
- Des mesures très strictes de traitement des fumées.

- L'obligation pour l'exploitant de l'installation de réaliser une surveillance de l'impact sur l'environnement au voisinage du site.
- L'obligation de prélèvement continu des dioxines.

Cet arrêté (transcription en droit français de la directive européenne du 4 décembre 2000) imposait que la mise aux normes soit faite avant le 28 décembre 2005. Au-delà de cette date, toutes les installations non conformes ont été fermées.

Malgré ces efforts de mise en conformité des UIOM et la réduction substantielle des émissions polluantes – les différentes mesures mises en œuvre font des usines d'incinération les installations les plus réglementées au niveau des émissions gazeuses – l'impact des rejets des UIOM, en particulier en ce qui concerne les composants toxiques des fumées d'incinérateurs et leurs effets potentiels sur la santé, reste un sujet d'inquiétude des populations riveraines.

Nous qualifierons dans ce document toute installation qui fonctionnait avant la mise en conformité fixée par l'arrêté du 20 septembre 2002 d'UIOM « ancienne réglementation ».



Vue aérienne de l'usine d'incinération des ordures ménagères du Smitom Lombric - CIVIS 77

3.2 Rejets et données d'exposition

Rejets atmosphériques

Les fumées d'une UIOM, avant traitement, contiennent de nombreuses substances chimiques. La nature et la concentration de ces substances dépendent essentiellement du procédé d'incinération, du type de déchets brûlés et des conditions de combustion : 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. D'après le National Council Research US, les principales substances émises sont le **monoxyde de carbone (CO)**, les **oxydes d'azote (NOx)**, le **dioxyde de soufre (SO2)**, l'**acide chlorhydrique (HCl)**, les **dioxines (PCDD) et furanes (PCDF)**, les **hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)**, les **poussières et les métaux lourds** (aluminium, arsenic, cadmium, cobalt, chrome, cuivre, fer, manganèse, mercure, nickel, plomb, zinc).

Les gaz issus de la combustion des déchets doivent être portés à 850°C, pendant deux secondes, afin de détruire les polluants organiques et font l'objet d'une filtration et d'un traitement. Les fumées issues de l'incinération sont purifiées pour limiter les rejets dans l'atmosphère (poussières, métaux lourds, acides...) par une combinaison de différents traitements physiques et chimiques :

- **Dépoussiérage** : la récupération des particules en suspension dans les fumées est réalisée par des électrofiltres (pour les métaux lourds) et/ou des filtres à manches ou des cyclones (par centrifugation), la poussière récupérée étant envoyée dans une installation de stockage de déchets dangereux.
- **Neutralisation des gaz acides** : un mélange d'eau et de chaux (ou du bicarbonate de sodium) provoque une réaction chimique qui détruit les acides (acide chlorhydrique et oxydes de soufre).
- **Réduction des oxydes d'azote** : une injection d'ammoniac (suivie du passage dans un catalyseur ou non) permet de transformer les oxydes d'azote par réaction chimique avec l'ammoniac, en azote, gaz inoffensif.
- **Élimination des dioxines et des furanes** par adsorption sur du charbon actif ou par une réduction sélective catalytique.

Rejets liquides

Les effluents liquides d'une UIOM proviennent de différentes sources :

- Lavage des sols et des conteneurs,
- Refroidissement des mâchefers*,
- Filtration des boues de lavage des fumées (dans le cas d'un traitement des fumées par voie humide),
- Lavage des fours – chaudières de l'usine,
- Dépotage et entreposage des déchets (fraction aqueuse des déchets).

Ces eaux sont traitées avant envoi en station d'épuration. Une partie peut également être recyclée sur site (traitement des fumées, refroidissement des mâchefers).

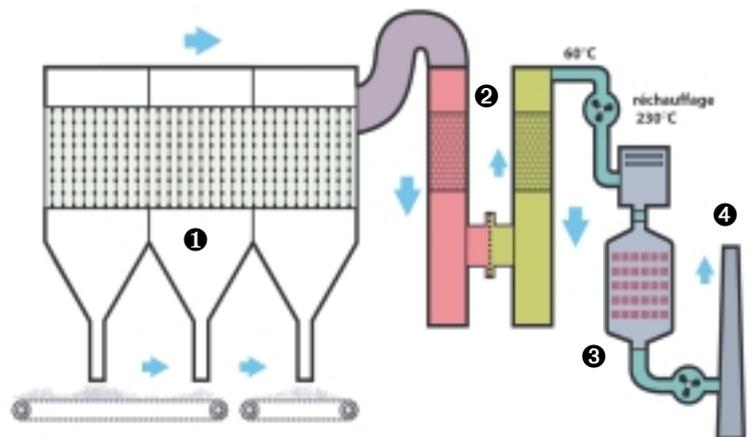
3) L'étude se limite au champ du service public de gestion des déchets ménagers excluant donc la prise en compte des impacts sanitaires des installations de maturation des mâchefers.

Rejets solides

Les principaux résidus solides issus de l'incinération des déchets ménagers sont :

- **Les mâchefers d'incinération des ordures ménagères ou « Miom »**⁽³⁾, qui correspondent à la fraction non combustible des déchets et que l'on extrait à la base du four. Ils sont principalement constitués de silice, de métaux (fer, aluminium) et de métaux lourds (zinc, plomb, chrome, nickel...). Après refroidissement et traitement (criblage, déferrailage, maturation), moyennant une élaboration et le respect de règles d'usage techniques et environnementales, certains d'entre eux peuvent être valorisés sous forme de remblais routiers ou de sous-couche routière; les autres sont stockés en installation de stockage de déchets non dangereux.
- **Les résidus d'épuration des fumées d'incinération d'ordures ménagères ou « Refiom »**. Ils sont définis comme (arrêté du 18 décembre 1992) :
 - Suies et cendres non volantes,
 - Poussières, suies et cendres volantes,
 - Déchets de neutralisation des gaz et eaux de lavage des gaz.

Les REFIOM, qui contiennent des sels et métaux lourds en quantité importante, sont stabilisés avant d'être enfouis en installation de stockage de déchets dangereux. Des techniques alternatives (vitrification ou valorisation en remblais dans les mines de sel allemandes) existent également.



1 - 20 kg de poussières et cendres par tonne de déchets
 Dans les électrofiltres, les cendres volantes sont électrisées (ionisées) et se collent sur des électrodes en forme de plaques. Ces plaques sont frappées automatiquement pour récupérer les cendres dans des trémies.

2 - Le lavage des fumées
 Les fumées traversent ensuite deux colonnes de lavage, l'une acide l'autre basique, qui vont piéger les polluants : poussières résiduelles, métaux lourds, chlore, fluor, oxydes de soufre.

3 - Les dioxines
 Il ne reste plus qu'à détruire les dioxines et les oxydes d'azote. Les gaz traversent un catalyseur. Il fonctionne comme le pot catalytique d'une voiture. Ces polluants sont totalement décomposés (leurs molécules sont cassées)

4 - La sortie
 L'usine rejette par sa cheminée 68 % d'air, 23 % de vapeur d'eau et 9 % de gaz carbonique. Les autres substances, à l'état de traces, sont contrôlées de très près.

3.3 Effets sanitaires étudiés

Zoom sur les données bibliographiques

Les rejets atmosphériques des usines d'incinération «*ancienne réglementation nationale* » ont suscité un grand nombre de rapports de synthèse*, dont 13 (publiés entre 2001 et 2009) ont été analysés :

- La majorité des synthèses s'appuie sur des données collectées à partir de 1983.
- Ces synthèses mentionnent entre 20 et 51 études réalisées entre 2001 et 2009 ; parmi les plus fréquemment citées, on compte 4 études menées en France, 1 en Italie, 1 en Suède, 1 au Royaume-Uni et 1 aux Etats-Unis.

Sur les 13 rapports de synthèse analysés :

- **6 concernent la population professionnelle exposée aux incinérateurs** : 6 d'entre eux s'intéressent aux troubles respiratoires, cardiaques, digestifs et de la reproduction.
- 2 autres abordent les cancers (tout type de cancers).
- **13 concernent également les riverains des usines d'incinération.**

7 études sur les effets sanitaires des rejets d'UIOM, publiées depuis 2005 mais s'appuyant sur des données antérieures, ont été recensées :

- 2 études s'intéressent aux employés des UIOM :
 - l'une, menée en France, analyse l'impact des fumées sur la fonction pulmonaire.
 - l'autre, menée en Italie, analyse les troubles du développement foetal et les anomalies congénitales chez les enfants des sujets exposés.

5 études s'intéressent aux riverains des UIOM :

- 3 concernent les troubles du développement foetal (deux en Europe, en 2009 et 2010, et une à Taïwan en 2006).
- 1 évalue le risque de développer un sarcome (cancer du tissu conjonctif).
- 1 analyse l'incidence des cancers à proximité des incinérateurs en France.

Il est à noter qu'en ce qui concerne les études menées dans des pays étrangers, la législation en vigueur et les mesures d'exposition ne sont pas documentées.

3.3.1 Effets sanitaires étudiés chez les professionnels

Troubles respiratoires

Les principaux effets répertoriés sont la toux, les bronchites, les irritations dues aux allergies et l'asthme. Deux études montrent également une baisse du débit respiratoire chez des travailleurs exposés aux produits de combustion et l'une d'elles révèle que cette baisse est corrélée avec la durée d'emploi dans l'usine d'incinération (étude menée sur une installation avant mise aux normes de 2005).

>> Les données sont en faveur d'une **possible association** entre troubles respiratoires aigus et exposition des travailleurs d'**UIOM ancienne réglementation**.

Troubles de la grossesse et du développement foetal

Qu'il s'agisse de troubles de la grossesse (avortement spontané, par exemple) ou de malformations congénitales du foetus,

>> Les **données disponibles ne sont pas suffisantes** pour conclure sur une association entre la survenue de ces troubles et l'exposition des femmes travaillant dans les UIOM ancienne réglementation.

La seule étude épidémiologique dont on dispose, conduite auprès des salariées d'un incinérateur en Italie et publiée en 2008, **ne montre aucune augmentation de ce type de risques.**

Troubles cardiovasculaires

Bien que quatre rapports de synthèse mentionnent des problèmes cardiovasculaires (ischémie cardiaque),

>> Les **études abordant ce thème sont trop rares** pour permettre d'établir une association entre la survenue de troubles cardiovasculaires et l'exposition aux rejets des UIOM chez les professionnels.

En effet, la seule étude disponible, menée auprès d'employés d'une UIOM en Suède, indique que la surmortalité par ischémie cardiaque n'est statistiquement pas significative chez ces derniers.

Cancers

>> Les **données disponibles ne sont pas suffisamment nombreuses** ou probantes pour conclure à l'augmentation du risque de cancers chez les salariés des UIOM.

Ceci vaut aussi bien pour les cancers étudiés dans leur ensemble que pour les cancers spécifiques à certains organes, comme le cancer du poumon ou les cancers digestifs (estomac, œsophage).

Dans le cas du cancer du poumon notamment, les résultats des deux études les plus citées sont en effet contradictoires : l'une, suédoise, rapporte un excès de mortalité par ce type de cancer, tandis que l'autre, italienne, n'observe aucune incidence significative de ce même cancer chez les professionnels des UIOM.

3.3.2 Effets sanitaires étudiés chez les riverains

Troubles respiratoires

Malgré huit rapports de synthèse abordant ce thème entre 2001 et 2009, l'effet des fumées d'incinérateurs sur la survenue de troubles respiratoires chez les riverains d'UIOM n'est pas établi avec certitude.

>> Selon la plupart des synthèses, qui reprennent en majorité les résultats de deux études américaines, **les données disponibles sont en effet divergentes** ou les preuves insuffisantes.

Troubles de la reproduction, du développement fœtal et malformations congénitales

Six rapports de synthèse et des études individuelles menées en France (**usines d'incinération ancienne réglementation**), en Suède, en Ecosse et à Taïwan suggèrent une association possible entre l'exposition à des rejets d'UIOM et des troubles de la reproduction, comme des difficultés pour obtenir une grossesse, un déséquilibre du sex-ratio (taux de naissances féminines plus élevé) et un excès de naissances multiples.

Chez les enfants nés de mères exposées aux rejets d'incinérateurs ancienne réglementation, plusieurs synthèses – citant notamment une étude française menée en Rhône-Alpes – mentionnent une proportion de malformations congénitales (affectant majoritairement le système urinaire) plus élevée que dans les populations non exposées. Une deuxième étude (cas-témoins) de la même équipe confirme que ces malformations urinaires associées à une modélisation de l'exposition de femmes enceintes a montré un excès de risque.

>> Les données disponibles permettent ainsi d'évoquer une **association possible** entre l'exposition aux rejets d'**incinérateurs ancienne réglementation** et la survenue de malformations congénitales dans les populations riveraines de ces UIOM⁴⁾.

Troubles cardiovasculaires

>> Comme pour les professionnels, l'augmentation de l'incidence des troubles cardiovasculaires chez les riverains des UIOM **n'est pas prouvée** : les deux rapports de synthèse (tous deux basés sur des UIOM ancienne réglementation) abordant la question aboutissent à des conclusions divergentes.

Cancers

Comme pour les troubles respiratoires, la survenue de cancers dans les populations riveraines des incinérateurs a suscité une abondante littérature mais uniquement basée sur des données antérieures à la mise aux normes des installations de 2005, voire à l'arrêté du 25 janvier 1991 : 15 rapports de synthèse ont analysé ce thème entre 2001 et 2009 ainsi que 6 études individuelles, publiées entre 1996 et 2008.

>> Si l'on prend en compte tous les cancers, sans distinction de l'organe atteint, les conclusions des rapports de syn-

thèse (11 en tout) ne sont pas unanimement convergentes mais toutes s'accordent sur **l'impossibilité de prouver une relation de causalité** entre l'exposition aux rejets d'UIOM et l'apparition de la maladie chez les riverains.

Cependant, une vaste étude d'incidence menée par l'InVS dans quatre départements français (135 000 nouveaux cas de cancers apparus entre 1990 et 1999 collectés sur environ 25 millions de personnes-années *) a mis en évidence une relation statistique significative entre l'exposition entre 1972 et 1990 aux panaches d'UIOM et l'incidence chez la femme du cancer du sein et des cancers toutes localisations réunies. Par ailleurs, cette étude a mis en évidence une relation statistique significative entre l'exposition entre 1972 et 1990 aux panaches d'UIOM et l'incidence des lymphomes malins non hodgkiniens* (LNH) pour les deux sexes analysés ensemble et chez la femme. Dans cette étude française, un lien significatif a également été mis en évidence pour les myélomes multiples* chez l'homme.

Selon une étude britannique publiée en 1996, le risque de cancer du poumon était accru chez les personnes vivant à proximité d'un incinérateur (moins de trois kilomètres). Il s'agissait d'une étude géographique se basant sur des contrôles réalisés par les agences de protection locale.

Une étude conduite à Rome la même année note toutefois que ce risque diminuait très rapidement avec l'éloignement de la source. Cette étude ne précisait pas de données d'exposition ni de mesures réelles. La seule étude qui intègre des mesures d'expositions est l'étude de l'InVS (modélisation des retombées).

En ce qui concerne les hémopathies malignes (cancers du sang), six rapports de synthèse et quatre études françaises (réalisées à partir d'usines d'incinération ancienne réglementation) évoquent une probable association entre l'exposition aux rejets d'UIOM et la survenue de lymphome non hodgkinnien (LNH). En revanche, il est impossible de conclure sur une telle association concernant les leucémies (leucémies aiguës et leucémies lymphoïdes chroniques).

La survenue de sarcomes des tissus mous* (STM) chez les riverains a été analysée dans trois rapports de synthèse ; les résultats suggèrent une probable association entre STM et exposition des riverains aux UIOM ancienne réglementation.

Enfin, quatre rapports de synthèse et deux études – l'une britannique et l'autre française – évoquent une association possible entre l'exposition à des rejets d'incinérateurs (ancienne réglementation ne respectant pas les normes actuelles en vigueur) et la fréquence des cancers du poumon, de l'appareil digestif (foie, en particulier) et du cancer du sein (chez la femme) dans les populations riveraines.

3.4 Conclusion

La littérature existante concernant les effets sanitaires des UIOM n'est pas basée sur le parc actuellement en fonctionnement mais sur des installations dont les rejets atmosphériques n'étaient pas contrôlés et traités suivant les mêmes standards qu'aujourd'hui.

Elle apporte des arguments en faveur d'une association possible entre l'exposition passée aux rejets de ces anciennes UIOM et la fréquence de certaines maladies chez les salariés et chez les riverains.

4) **Bon à savoir** : il existe un registre des malformations en Rhône-Alpes (REMER), dont les activités sont organisées grâce à la participation des services hospitaliers, publics et privés, diagnostiquant ou prenant en charge les futures mères, les fœtus et les enfants porteurs de malformations. Le territoire surveillé par ce registre comprend l'ensemble des départements du Rhône, de l'Isère, de la Loire et de la Savoie. Pour en savoir plus et accéder à leurs publications : <http://remera.fr/pub/accueil.php>

Chez les professionnels, les données disponibles montrent rétrospectivement une association possible entre l'exposition aux rejets de ces UIOM et l'apparition d'effets sur les voies respiratoires.

Chez les riverains, pour lesquels les données sont plus nombreuses, les résultats évoquent un probable excès de risque de lymphomes malins non hodgkiniens et de sarcomes des tissus mous. On observe en outre des troubles de la reproduction et de certaines malformations congénitales, une augmentation de la fréquence globale de cancers (tous types confondus) chez la femme, en particulier du cancer du sein, ainsi qu'une augmentation de la fréquence du cancer du poumon (tous sexes confondus), des cancers gastro-intestinaux et du cancer du foie.

Ces résultats ne peuvent pas être transposés à la période actuelle du fait de la réduction des rejets atmosphériques imposée aux UIOM depuis 2005.

Les enquêtes épidémiologiques conduites par l'InVS ont abouti à la conclusion que, compte tenu des nouvelles normes, les installations récentes ne présenteraient pas de risques significatifs pour la santé. Ce constat a d'ailleurs conduit l'institut à recommander la réorientation de l'effort de recherche sur « d'autres sources de pollutions industrielles moins réglementées ».

3.5 Zoom sur la prévention des risques

Au-delà de la réduction des polluants à l'émission (cf. partie « éléments de cadrage »), des mesures associées à la conception des produits mais aussi à l'organisation de la collecte des déchets générés par ces produits permettent d'éliminer les polluants à la source. Citons, par exemple, la suppression du mercure dans les piles et les thermomètres ou les directives européennes de 2004 sur les déchets d'équipement électriques et électroniques (DEEE) qui, par la mise en place d'une filière de responsabilité élargie du producteur (REP), contribuent à collecter et traiter séparément ce flux et qui imposent une diminution des substances dangereuses dans la composition des produits.

Tous les progrès réalisés principalement sur les 10 dernières années, tant sur le plan réglementaire que technique, ont permis de limiter considérablement les impacts sanitaires des UIOM. **Cependant, cette filière de traitement souffre aujourd'hui des erreurs passées et le risque sanitaire perçu par les populations est très souvent en décalage par rapport au risque réel.**

- **Entre 1992 et 2007, les émissions de dioxines et furanes provenant du secteur transformation d'énergie (l'incinération contribuant pour 97 % à ce secteur) ont baissé de 99,6 % (source : CITEPA).**
- **Ainsi, pour l'année 2007, l'incinération a émis 1,56 g de dioxines et furanes, soit 1,4 % du total des émissions françaises (source : Etude BIO-TOX 2009).**
- **A titre de comparaison, cela représente 11 fois moins que les émissions générées par la combustion domestique (chauffage, cuisine... - émissions évaluées à 17,4 g) ; on estime également que le brûlage des déchets, notamment des déchets verts, dans une cheminée ou un jardin dégagerait environ 1000 fois plus de dioxines que la même quantité de déchets brûlés dans une UIOM (sur la base des normes d'émission actuelles) (source : OFEFP).**

De même que pour les plateformes de compostage (cf. chapitre précédent), lors du montage du dossier d'autorisation d'exploitation, une étude d'impact doit être effectuée. Celle-ci comprend une modélisation de la dispersion des polluants émis par l'installation et une évaluation des risques sanitaires (ERS) permettant d'estimer, et donc de prévenir, l'impact théorique de l'UIOM sur la santé des populations riveraines. Un guide méthodologique publié par l'ASTEE en 2003 aide les exploitants à réaliser cette ERS.

L'INRS a, quant à lui, publié en 2006 une brochure répertoriant les principes et mesures de prévention à mettre en œuvre en vue d'assurer la sécurité et la protection de la santé des personnels d'exploitation et de maintenance dans les UIOM. Les recommandations formulées dans ce document concernent les phases de conception et de fonctionnement de l'UIOM ; elles peuvent aussi être utilisées pour réaliser une évaluation des risques professionnels dans une usine existante.

Chapitre 4

Les installations de stockage de déchets non dangereux (ISDnD)

4.1 Éléments de cadrage

Anciennement appelées « Centres d'enfouissement technique » (CET), les décharges portent désormais le nom d'« Installations de stockage de déchets » (ISD). Elles sont classées en trois catégories selon la nature des déchets traités.

L'étude s'est limitée aux impacts sanitaires des installations de stockage de déchets non dangereux (déchets ménagers et assimilés) dite ISDnD.

Sur ces sites, les déchets sont disposés dans des casiers (eux-mêmes subdivisés en alvéoles) ; ils sont compactés puis recouverts de matériaux inertes. L'étanchéité des installations de stockage se fait à plusieurs niveaux :

- Les qualités géologiques du sol (un des critères essentiels de choix d'implantation du site) constituent la « barrière passive ». Des ajouts de matériaux peuvent, si nécessaire, renforcer cette étanchéité naturelle, afin de garantir l'imperméabilité du sol. En fonctionnement normal, cette barrière ne doit pas être sollicitée et n'est pas en contact avec les déchets stockés.
- L'aménagement du casier (géomembrane et couche drainante) permet de constituer une barrière active, garantissant ainsi son indépendance hydraulique.
- Les casiers sont, quant à eux, également entourés de digues étanches.

Le stockage représente une part importante du traitement des déchets ménagers et assimilés en France : sur 37,8 millions de tonnes de déchets ménagers et assimilés collectés en 2007 par le service public, 31,2 % – soit environ 12 millions de tonnes – sont stockés en ISDND, et 4,3 % – soit un peu plus de 1,5 million de tonnes – sont éliminés en Installation de stockage des déchets inertes (ISDI).

Cependant, depuis les années 1990, le nombre d'installations de stockage de déchets non dangereux autorisées a diminué de 50 %, passant de plus de 500 en 1992 à 256 en 2008.

À ce jour, il n'existe plus d'installations connues des services de l'État et réceptionnant régulièrement des déchets dont le fonctionnement ne soit pas encadré par un acte administratif.

Les seules décharges non autorisées encore en fonctionnement sont situées dans deux départements d'outre-mer : la

Guadeloupe et la Guyane. Elles sont maintenues en exploitation pour permettre la continuité du service public d'élimination des déchets en attendant que de nouvelles structures soient opérationnelles.

La directive 1999/31/CE du 26 avril 1999 (entrée en vigueur le 16 juillet 1999) relative à la mise en décharge fixe des exigences concernant la conception, l'exploitation, la réhabilitation et la post-exploitation des installations de stockage.

Elle est complétée, au niveau européen, par la décision 2003/33/CE du conseil du 19 décembre 2002 qui établit les critères et les procédures d'admission des déchets sur ces sites, conformément à la directive.

En droit français, les installations de stockage de déchets non dangereux sont réglementées par l'arrêté ministériel du 9 septembre 1997 (modifié le 31 décembre 2001, le 3 avril 2002, le 19 janvier 2006, le 18 juillet 2007 et le 2 août 2011). Cet arrêté impose notamment des mesures nécessaires au confinement des déchets plus contraignantes que celles fixées dans la directive de 1999 en matière d'étanchéité des sols.

Il définit d'autres aspects comme :

- La distance minimale d'éloignement des premières habitations,
- Les déchets admis et non admis,
- Les critères de choix de localisation du site,
- L'aménagement du site,
- Le contrôle et le suivi des rejets (lixiviats et biogaz),
- Les règles générales d'exploitation et de post-exploitation.



Construction d'une installation de stockage

SMIRGEOMIES

4.2 Rejets et données d'exposition

4.2.1 Rejets des ISDND

Les lixiviats

Sous l'action conjuguée de l'eau de pluie (qui percole à travers les déchets) et de la fermentation naturelle, les déchets produisent une fraction liquide appelée « lixiviat », chargée en polluants organiques (bactéries) et minéraux (métaux notamment). La composition des lixiviats évolue au cours du stockage, selon la phase de biodégradation de la matière organique.

Ces rejets sont récupérés après drainage gravitaire ou par pompage, puis traités sur installations in situ ou en station d'épuration externe.

Le biogaz

La fermentation des déchets, lorsqu'elle a lieu à l'abri de l'air (fermentation anaérobie), produit un effluent gazeux appelé « biogaz », constitué de 50 à 55 % de méthane, de 40 % de gaz carbonique et d'autres gaz à l'état de trace dont de l'hydrogène sulfuré et des mercaptans.

Ce biogaz est collecté au moyen d'un réseau de drains et de puits de dégazage mis en dépression, puis acheminé vers une unité de combustion (torchère) ou de valorisation (production d'électricité le plus souvent).

La production de lixiviats et de biogaz continue, dans une moindre mesure, plusieurs années après la fermeture du site. Ils demeurent des sources potentielles de pollution et de nuisances et nécessitent donc une surveillance après l'arrêt d'exploitation. On parle alors de post-exploitation, d'une durée minimale réglementaire de 30 ans.

4.2.2 Données d'exposition

Les polluants atmosphériques émis au niveau des ISDND ont été étudiés à plusieurs reprises au cours des dix dernières années en France.

Dans une étude coordonnée par le Réseau Santé Déchets à la fin des années 1990 et publiée en 2001, l'analyse de ces rejets sur deux sites de stockage, en ambiance générale et aux postes de travail, révèle la présence de différents types de polluants :

- Composés organiques volatils (COV), représentés principalement par des cétones, des aldéhydes et des alcools (notamment le méthanol) ;
- Formaldéhyde, retrouvé à des teneurs très inférieures à celles mesurées en atmosphère urbaine ;
- Benzène, composé dont les niveaux sont équivalents, voire inférieurs, à ceux trouvés en milieu urbain ;
- Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) particuliers, dont les teneurs, équivalentes à celles de l'air urbain, semblent très liées aux mouvements des véhicules sur les sites ;
- Mercaptans, composés soufrés très malodorants, bien qu'émis en très faibles concentrations ;
- Trichloréthylène et tétrachloréthylène, dont les niveaux sont également faibles.

Sur les deux sites étudiés par le Réseau Santé Déchets, les concentrations de ces différents polluants mesurées aux postes de travail sont inférieures ou très inférieures aux valeurs moyennes d'exposition (VME) qui ont été retenues en France comme valeurs limites d'exposition pour l'environnement de travail (VLEP). Elles sont comparables ou inférieures aux concentrations environnementales du milieu urbain, sauf pour certains métaux (chrome, nickel et surtout manganèse).

D'autre part, une campagne de mesures des émissions polluantes des ISDND a été réalisée sur 8 sites dans le cadre d'une étude (publiée par la FNADE et l'ADEME en 2007) menée sur la mise en œuvre de l'obligation de déclaration annuelle des émissions polluantes (obligation fixée dans l'arrêté ministériel du 24 décembre 2002 modifié, transposant la décision européenne du 17 juillet 2000).

Cette étude a mis en évidence la présence sur les ISDND de 6 polluants⁽⁵⁾ dont les émissions totales sont susceptibles d'être supérieures aux seuils de déclaration définis dans l'arrêté du 24 décembre 2002. Il s'agit du méthane, du dioxyde de carbone (gaz carbonique), des oxydes d'azote, des oxydes de soufre, du pentachlorophénol (PCP) et du trichlorobenzène (TCB).

Les lixiviats d'ISDND, qui ont été étudiés par une équipe anglaise en 2005, peuvent quant à eux contenir, avant traitement, une grande diversité de produits chimiques dangereux, en particulier le benzène, le toluène, l'éthylbenzène et les xylènes. Selon cette étude, une grande partie de ces polluants provient des déchets toxiques dispersés dans les déchets ménagers.

4.3 Zoom sur les nuisances

Toutes les installations de traitement des ordures ménagères sont susceptibles d'être à l'origine de quatre types de nuisances principales : odeurs, circulation des véhicules, envois de déchets et modification du paysage.

Ces nuisances environnementales jouent un rôle important dans la perception (par les riverains des installations principalement) d'exposition à un risque éventuel ; elles contribuent à un sentiment d'insécurité sanitaire.

Elles sont tout particulièrement mises en avant par les riverains des ISDND ; c'est pourquoi, elles sont détaillées ici.

Les odeurs et le bruit

Ressenties par les riverains, les odeurs sont dues à la présence de certains composés, souvent sans caractère dangereux mais désagréables, et peuvent devenir rapidement source de conflits avec les exploitants des ISDND. Elles sont émises principalement par les déchets « frais » enfouis quotidiennement, le biogaz diffus (non capté par le réseau), la combustion du biogaz au niveau des torchères et les bassins de récupération des lixiviats. L'arrêté du 9 septembre 1997 prévoit des mesures de prévention permettant de réduire les impacts olfactifs des installations (au niveau de la conception des sites mais aussi en phase d'exploitation).

5) Hors polluants dont les concentrations unitaires sont inférieures aux seuils de quantification.

Concernant les odeurs, des comités de suivi ou jurys de nez citoyens sont créés autour des sites de traitement des déchets ; de même, il serait intéressant de mettre en place des observatoires et des cartographies du bruit autour de certaines installations (par exemple, celles où transitent des camions) et d'en mesurer l'impact sur les populations riveraines.

La circulation des véhicules professionnels

Sur les ISDND, de nombreux camions viennent chaque jour déverser les déchets collectés (jusqu'à 150 camions sur les plus gros sites). Ce trafic, qui connaît un pic en fin de tournées de ramassage des ordures ménagères, constitue une source supplémentaire de nuisances (environnementale, sonore et visuelle) pour les communes riveraines, encore accentuée lorsque les véhicules de collecte ne peuvent éviter la traversée des agglomérations ⁽⁶⁾.

Les envols de déchets à l'extérieur du site

Ce type de nuisances peut se produire depuis :

- l'alvéole en exploitation, lors du déversement des déchets, en raison de la position fréquemment surélevée du quai de vidage. Les envols de déchets à l'extérieur du site peuvent dans ce cas être évités par des filets brise-vent ou des grillages disposés en périphérie de l'aire de déchargement ;
- certains camions se rendant sur l'installation, aussi bien aux abords immédiats du site qu'à des distances plus éloignées. Ces nuisances sont identifiées par les riverains comme étant liées à l'activité de l'installation. Des équipements spécifiques (ex : filets sur les bennes ampliroll) sont cependant mis en place afin d'éviter ces envols.

La modification du paysage

Les riverains sont sensibles à la modification de la topographie du site de l'installation, ainsi qu'à la vue directe éventuelle sur l'ISDND. Rappelons cependant que les incidences paysagères du site sont prises en compte dès la phase de projet qui intègre les contraintes d'impact visuel selon les différents angles de perception du site depuis l'extérieur, et de remise en état du site après exploitation. De plus, l'arrêté ministériel du 9 septembre 1997 modifié impose une bande d'éloignement de 200 mètres entre les alvéoles de stockage et le premier riverain.

4.4 Effets sanitaires étudiés

Zoom sur les données bibliographiques

Les installations de stockage des déchets ont suscité un grand nombre de rapports de synthèse* ; **11 d'entre eux** (réalisés entre 2000 et 2009) **ont été analysés** :

- 2 font état de l'étude conduite en France par le Réseau santé déchets dans 2 ISDND (2001).
- 3 s'intéressent aux troubles de santé chez les professionnels (2 en France, et 1 en Italie).
- 10 analysent les études menées sur des riverains (dont 2 en France).
- 6 équipes de recherche citées dans les rapports de synthèse, toutes situées à l'étranger (2 en Amérique du Nord et 4 en Europe) ont étudié différents sites (installations de stockage de déchets dangereux et non dangereux).

27 études individuelles ont été recensées entre 2005 et 2010, mais **seules 4 ont été retenues** après lecture intégrale :

- 1 étude menée en Arabie Saoudite (2007) recense les symptômes ressentis par les employés d'une décharge dépourvue de dispositif de récupération des lixiviats et recevant jusqu'à 4 fois plus de déchets qu'un site français.
- 1 autre étude analyse de façon poussée les troubles de santé des employés d'une décharge en Inde (2005) ; cependant, les pratiques de gestion des déchets y sont très éloignées de celles de l'Union Européenne.
- 2 études européennes, l'une menée au Royaume-Uni (2005) et l'autre en Italie (2009), viennent compléter les synthèses précédemment citées.

Ainsi, les études menées auprès des professionnels sont assez rares, surtout en Europe. En revanche, la préoccupation croissante des riverains a conduit à la réalisation d'un grand nombre d'études concernant ces derniers.

4.4.1 Effets sanitaires étudiés chez les professionnels

Malgré la rareté des études, il semblerait que les troubles de santé évoqués soient liés à une exposition à des poussières minérales et à des bioaérosols*, ainsi qu'à certains polluants chimiques.

L'analyse de ces troubles nécessite d'établir une distinction entre les études concernant les installations recevant uniquement des déchets non dangereux (en France notamment) et celles dans lesquelles on peut trouver des déchets dangereux et non dangereux (certains pays étrangers).

En France, l'étude coordonnée par le Réseau Santé Déchets (2001) fait état de symptômes respiratoires (épisodes de toux, troubles rhino-pharyngés, états grippaux) et autres symptômes divers comme des troubles gastro-intestinaux, oculaires, ... chez les salariés de deux ISDND comparés avec un groupe non exposé. Cette étude met également en évidence certains troubles comme des céphalées ou des vertiges, lors de tâches particulières, troubles retrouvés dans une étude menée sur un grand site en Arabie Saoudite (2007).

>> Toutefois, étant donné l'insuffisance des données disponibles et la disparité des modes de gestion des installations d'un pays à l'autre, **il n'est pas possible d'établir une association** entre la survenue de ces troubles et l'exposition aux polluants chez les employés des ISDND.

4.4.2 Effets sanitaires étudiés chez les riverains

Avertissement : les études de référence, pour cette partie, concernent des sites étrangers, dont certains accueillent des déchets dangereux.

Des études ont également porté sur plusieurs types de sites (installations de stockage de déchets non dangereux et installations de stockage de déchets dangereux) sans distinguer la nature des sites dans leurs conclusions.

6) Rappelons qu'en termes de bilan carbone, le transport se révèle le plus gros contributeur pour les émissions de gaz à effet de serre.

Cancers

Les résultats d'une récente étude italienne (2009) sont venus renforcer ceux de deux précédentes études menées au Canada (1999) et en Grande-Bretagne (2002)⁽⁷⁾ mettant en évidence un risque accru de développer certains cancers (cancers du foie, de l'estomac et du poumon, en particulier) pour les populations les plus exposées.

- >> Une **association est donc possible** entre le risque de survenue de cancers (tout type de cancers confondus) et l'exposition aux installations de stockage des déchets.
- >> Les **données sont toutefois insuffisantes** pour conclure à une association entre cette exposition et un type de cancers en particulier.

Troubles de la reproduction et du développement fœtal

Parmi les problèmes recensés dans le domaine de la reproduction, le faible poids à la naissance est le risque le plus fréquemment rapporté dans les synthèses.

Deux études majeures, l'une canadienne (1995) et l'autre britannique (2001), ont montré l'existence de ce risque dans les populations riveraines d'installations de stockage de déchets dangereux et non dangereux. Etant donné le nombre important de personnes et de sites inclus dans ces études,

- >> une **association est donc possible** entre le taux de naissances d'enfants de faible poids et le niveau d'exposition des mères.
- >> De même, **on ne peut exclure l'éventualité d'un effet** de l'exposition maternelle sur la fréquence de certaines malformations congénitales chez les enfants.

La majorité des synthèses et plusieurs études individuelles monocentrique* ou multicentriques* menées en Europe mentionnent en effet une fréquence plus élevée de certaines anomalies (cardiopathies, fentes faciales, défauts de fermeture du tube neural, notamment) dans les populations riveraines d'installations de stockage de déchets dangereux et non dangereux..

Troubles respiratoires et symptômes divers

Maux de tête, troubles du sommeil, troubles respiratoires, difficultés psychologiques, troubles gastro-intestinaux, sont régulièrement mentionnés dans les rapports de synthèse concernant les populations riveraines d'ISDND.

- >> Cependant, les études citées ayant pour la plupart été menées au voisinage de sites où existait une forte préoccupation du public, **il est impossible d'attribuer ces troubles** directement à l'effet des polluants émis par ces sites.

En effet, comme on l'observe souvent chez les personnes exposées, ceux-ci peuvent être le résultat du stress, de craintes ou de biais de déclaration (cf. impact psychique induit par les nuisances olfactives dans la partie *Zoom sur les nuisances*, p.22).

4.5 Conclusion

Chez les employés d'installations de stockage de déchets non dangereux et dangereux, les études montrent la possibilité d'effets non spécifiques sur la santé, comme des troubles respiratoires, dermatologiques, cutanés et neurologiques. Concernant les cancers, il n'y a pas de données disponibles pour conclure.

Chez les riverains, les données disponibles concernant les effets non spécifiques sur la santé 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 est difficile de savoir si ces troubles sont la conséquence des polluants émis par les sites ou liés à l'inquiétude et à la préoccupation des populations étudiées concernant ces installations.

L'extrapolation au cas français des résultats des études disponibles n'est pas possible car les rapports de synthèse ne distinguent pas systématiquement la nature des déchets enfouis sur les sites étudiés et les pratiques d'exploitation dans certains pays sont très différentes de la situation française (éloignement des sites par rapport aux riverains, étanchéité des sites, traitement des lixiviats, capture du biogaz...).

4.6 Zoom sur la prévention des risques

La publication de l'InVS en mars 2005 sur le «*Stockage des déchets et santé publique*» (qui s'appuie en partie sur des scénarii volontairement majorants) concluait que la situation générale du risque liée au stockage des déchets, aujourd'hui en France, n'apparaissait pas particulièrement préoccupante.

Cette sécurité est notamment assurée par la réglementation concernant les ISDND qui évolue continuellement, ce qui permet d'améliorer le niveau de performance des installations, principalement concernant la surveillance des rejets ou l'étanchéité des sites.

De plus, grâce aux efforts de réduction des composés toxiques dans les produits mis sur le marché et aux différentes collectes sélectives mises en place (cf. zoom sur la prévention des risques du chapitre UIOM), les déchets enfouis en ISDND contiennent de moins en moins de matières dangereuses, améliorant ainsi la qualité des rejets.

Tout comme les plateformes de compostage et les UIOM, les ISDND sont des ICPE*. A ce titre, les exploitants, dans le cadre de leur demande d'autorisation d'exploitation, doivent réaliser une étude d'impact qui comprend une évaluation des risques sanitaires pour les riverains.

L'ASTEE a publié un guide en 2005. Ce document est un outil opérationnel d'aide à la décision d'implantation des installations permettant d'évaluer le risque sanitaire d'un projet local pour les populations riveraines des installations de stockage de déchets non dangereux.

7) L'étude italienne s'est intéressée à 89 ISDND et 138 sites illégaux (accueillant par définition des déchets de tous types). L'étude canadienne porte sur des installations recevant des déchets ménagers et des déchets industriels dangereux. L'étude menée en Grande-Bretagne a été effectuée sur 7 803 sites contrôlés, recevant à la fois des OM et des DIB (Déchets Industriels Banals), 774 sites accueillant des déchets dangereux et 988 dépôts sauvages (accueillant également des déchets de tous types).

Chapitre 5

Les accidents du travail dans les filières de gestion des déchets ménagers et assimilés

Le problème des accidents du travail est peu abordé dans les études scientifiques consacrées à la santé des professionnels de la collecte et du traitement des déchets ménagers et assimilés. Une analyse des données publiées chaque année par la Caisse Nationale d'Assurance Maladie des Travailleurs Salariés (CNAMTS) a été réalisée afin d'évaluer la fréquence de ces accidents. **Ces données ne concernent que les travailleurs du régime général de la Sécurité sociale**, c'est-à-dire le secteur privé. Cependant, on peut penser que la situation est semblable dans le secteur public.

Seuls sont pris en compte les accidents ayant entraîné une interruption de travail d'un jour complet. Les maladies professionnelles et les accidents de trajet ne sont pas intégrés dans ces chiffres.

Deux indicateurs ont été calculés :

- **L'indice de fréquence (IF)** des accidents avec arrêt : c'est le nombre d'accidents pour 1 000 salariés ;
- **Le taux de fréquence (TF)** des accidents avec arrêt : c'est le nombre d'accidents par million d'heures travaillées.

Pour ces deux indicateurs en 2008, les références concernant les salariés de l'ensemble des branches d'activité sont respectivement de 38,0 pour l'indice de fréquence et de 24,7 pour le taux de fréquence des accidents.

Un autre indicateur suivi par la CNAMTS permet de mesurer le taux de gravité (TG) de ces accidents ; il s'agit du nombre de journées perdues par incapacité temporaire de travail pour 1 000 heures de travail (*tableau page ci-contre*).

Les accidents de travail des filières de collecte principalement, mais aussi de traitement (hormis pour l'incinération), des déchets sont beaucoup plus graves que ceux de l'ensemble des branches d'activité.

Ces données montrent notamment l'importance de la prise en compte des risques professionnels lors de la conception des unités de traitement, mais aussi lors des travaux d'aménagement de la voirie (les accidents de collecte des déchets sont principalement des accidents de circulation) et en phase d'exploitation.

5.1 Cas des professionnels de la collecte des déchets (filière 900BA)

Cette filière d'activité recense (2008), pour l'ensemble de la France, 2 977 accidents avec arrêt, soit 79,4 accidents pour 1 000 salariés et 50,4 accidents pour un million d'heures travaillées.

Les arrêts de travail les plus fréquents sont occasionnés principalement par quatre types de lésions : les douleurs et lumbagos, qui représentent plus du tiers des accidents avec arrêts de travail (36,9 %, soit 1 100 accidents), les contusions pour un quart d'entre eux (25,3 %, soit 753 accidents), les entorses (10 %, soit 298 accidents) et enfin les plaies (8,8 %). Les autres types de lésions (18,9 %) représentent chacune moins de 6 % des accidents avec arrêt de travail.

5.2 Cas des professionnels du traitement des déchets (filière 900BC)

Dans cette filière (qui ne comprend pas l'incinération des

Données 2008	Filière collecte des déchets : filière 900BA	Filière traitement des déchets : filière 900BC	Filière incinération des déchets : filière 900BD	Ensemble des branches d'activité
Indice de fréquence (IF)	79,4	75,8	42,3	38,0
Taux de fréquence (TF)	50,4	47,2	26,4	24,7

Taux de gravité (TG)	Filière collecte des déchets : filière 900BA	Filière traitement des déchets : filière 900BC	Filière incinération des déchets : filière 900BD	Ensemble des branches d'activité
2007	3,2	2,7	1,3	1,3
2008	3,1	2,6	1,3	1,3
2009	3,2	2,8	1,1	1,3
2010	3,1	2,8	1,3	1,3

déchets – cf. filière 900BD), on dénombre, pour l'ensemble de la France, 591 accidents avec arrêt soit 75,8 accidents pour 1 000 salariés et 47,2 accidents pour un million d'heures travaillées.

Les lésions à l'origine des arrêts de travail sont, par ordre décroissant de fréquence, les douleurs et lumbagos (31 %, soit 182 accidents), les contusions (20,5 %, soit 121 accidents), les entorses (12 %, soit 70 accidents) et les plaies (12 %, soit 69 accidents). Chacune des autres catégories de lésions représente individuellement moins de 5 % des accidents avec arrêt de travail.

5.3 Cas des professionnels de l'incinération de déchets (filière 900BD)

Cette filière totalise en France 155 accidents avec arrêt, soit 42,3 accidents avec arrêt pour 1 000 salariés et 26,4 accidents pour un million d'heures travaillées. Comme précédemment, les arrêts de travail les plus fréquents sont dus, pour un quart d'entre eux, à des contusions (25 %, soit 39 accidents) et presque autant à des douleurs et des lumbagos (23 %, soit 36 accidents), puis viennent les plaies (13,5 %, soit 21 accidents) et les entorses (11 %, soit 17 accidents).

La part des fractures et fêlures s'élève à 7 % tandis que celle des autres types de lésions se chiffre à moins de 6,5 % des accidents avec arrêt de travail.

5.4 Conclusion

Comparé à l'ensemble des neuf grandes branches d'activité ou Comités techniques nationaux (CTN), le nombre d'accidents pour 1 000 salariés est plus élevé dans les trois filières d'activité étudiées, puisqu'il a atteint en 2008 respectivement, 79 pour la collecte, 76 pour le traitement et 42 pour l'incinération, contre 38 pour tous les CTN réunis.

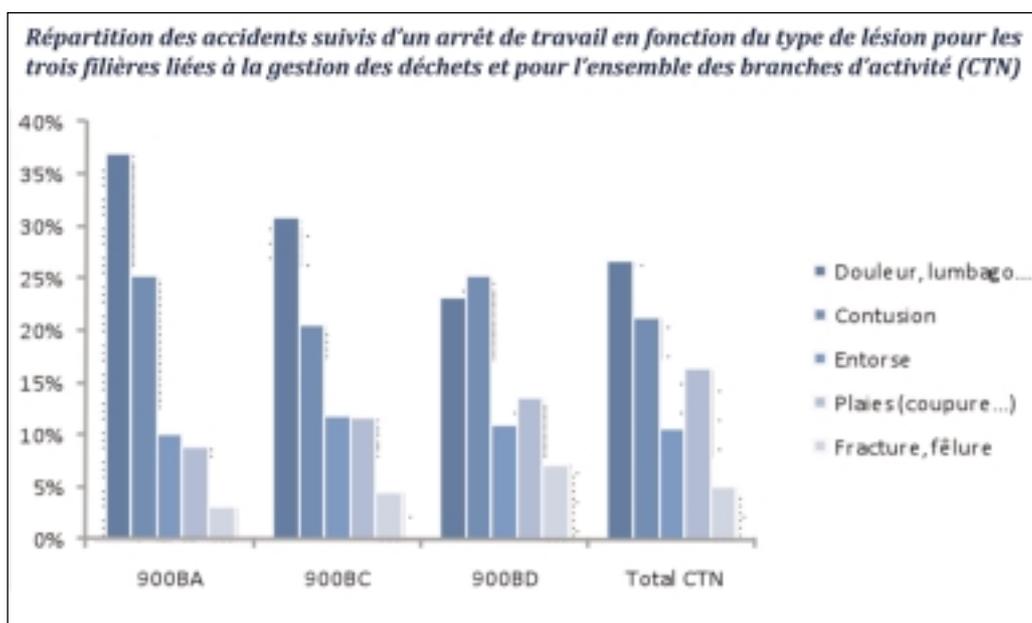
Cette tendance se vérifie en outre chaque année, hormis pour la filière incinération qui, depuis 2008, a vu son indice de fréquence baisser très significativement. **Cf tableau ci-dessous avec les données 2010.**

Quelle que soit la filière de gestion des déchets, les douleurs, lumbagos et contusions représentent toujours la plus grande part des accidents de travail 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 socioprofessionnelle la plus représentée dans ce secteur d'activité.

L'analyse des statistiques nationales d'accidents du travail de la CNAMTS est cohérente avec celle des données de la littérature. Elle montre une association convaincante entre la fréquence des accidents du travail 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.

Données 2010	Filière collecte des déchets : filière 900BA	Filière traitement des déchets : filière 900BC	Filière incinération des déchets : filière 900BD	Ensemble des branches d'activité
Indice de fréquence (IF)	82,7	82,2	30,3	36,0
Taux de fréquence (TF)	52,1	51,2	19,4	23,3



Chapitre 6

Tableau de synthèse des données disponibles (pages suivantes 28 et 29)

Dans le cadre du travail mené par le Centre Léon Bérard et l'Observatoire régional de la santé Rhône-Alpes sur « *L'évaluation des effets sanitaires liés à la gestion des déchets ménagers et assimilés* » (rapport de synthèse*, avril 2011), sur lequel repose en grande partie les informations contenues dans le présent document, les auteurs ont proposé une qualification des données disponibles, afin qu'un décideur connaisse la capacité des données scientifiques disponibles à répondre à la question posée, ainsi que le degré d'incertitude pouvant être lié aux conclusions des différentes études.

Quatre « niveaux » ont été proposés :

Convaincant : niveau qui 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 : niveau qui repose sur des preuves suffisamment solides (nombreuses synthèses), en faveur d'une asso-

ciation (études individuelles bien menées et cohérentes) et dont les conclusions sont en majorité homogènes.

Possible : niveau qui 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 : niveau qui 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.

Le tableau ci-après est donc une proposition, par les auteurs du rapport de synthèse mentionné ci-dessus, de qualification des données disponibles concernant les effets sanitaires liés à la gestion des déchets ménagers et assimilés.

	Collecte et tri		Plateformes de compostage	
	Niveau de preuve Professionnel	Niveau de preuve Riverains	Niveau de preuve Professionnels	Niveau de preuve Riverains
Tous types cancers	Pas de données	Pas de données	Pas de données	Pas de données
Cancer poumon	Pas de données	Pas de données	Pas de données	Pas de données
Cancer gastro-intestinal	Pas de données	Pas de données	Pas de données	Pas de données
Cancer foie	Pas de données	Pas de données	Pas de données	Pas de données
Cancer du sein chez la femme	Pas de données	Pas de données	Pas de données	Pas de données
Leucémies aiguës et chroniques (LLC)	Pas de données	Pas de données	Pas de données	Pas de données
Lymphome Non Hodgkinien (LNH)	Pas de données	Pas de données	Pas de données	Pas de données
Sarcome des Tissus Mous (STM)	Pas de données	Pas de données	Pas de données	Pas de données
Troubles développement fœtal	Pas de données	Pas de données	Pas de données	Pas de données
Malformations congénitales	Pas de données	Pas de données	Pas de données	Pas de données
Troubles de la reproduction	Pas de données	Pas de données	Pas de données	Pas de données
Troubles respiratoires aigus	Convaincant	Pas de données	Convaincant	Possible
Troubles respiratoires chroniques	Conclusion impossible	Pas de données	Conclusion impossible	Pas de données
Troubles cardiovasculaires	Pas de données	Pas de données	Pas de données	Pas de données
Symptômes divers /subjectifs	Pas de données	Pas de données	Pas de données	Possible
Troubles dermatologiques	Conclusion impossible	Pas de données	Possible	Pas de données
Troubles gastro-intestinaux	Probable	Pas de données	Possible	Pas de données
Troubles musculo-squelettiques	Convaincant	Pas de données	Pas de données	Pas de données
Maladies infectieuses	Convaincant	Pas de données	Pas de données	Pas de données
Troubles oculaires	Concl. impossible	Pas de données	Possible	Pas de données

	Usines d'incinération ancienne réglementation		Installations de stockage			
	Niveau de preuve Professionnel	Niveau de preuve Riverains	Niveau de preuve Professionnel (France)	Niveau de preuve Professionnels (*) Hors France	Niveau de preuve Riverains (France)	Niveau de preuve Riverains (*) Hors France
	Conclusion impossible	Possible chez la femme	Pas de données	Pas de données	Pas de données	Possible
	Concl. impos.	Possible	Pas de données	Pas de données	Pas de données	Pas de données
	Concl. impos.	Possible	Pas de données	Pas de données	Pas de données	Pas de données
	Pas de données	Possible	Pas de données	Pas de données	Pas de données	Pas de données
	Pas de données	Possible	Pas de données	Pas de données	Pas de données	Pas de données
	Pas de données	Conclusion impossible	Pas de données	Pas de données	Pas de données	Pas de données
	Pas de données	Probable	Pas de données	Pas de données	Pas de données	Pas de données
	Pas de données	Probable	Pas de données	Pas de données	Pas de données	Pas de données
	Conclusion impossible	Pas de données	Pas de données	Pas de données	Pas de données	Possible pour petit poids naissance
	Pas de données	Possible	Pas de données	Pas de données	Pas de données	Possible
	Pas de données	Possible	Pas de données	Pas de données	Pas de données	Pas de données
	Possible	Concl. impossible	Concl. impossible	Possible	Pas de données	Pas de données
	Pas de données	Pas de données	Pas de données	Pas de données	Pas de données	Pas de données
	Conclusion impossible	Conclusion impossible	Pas de données	Pas de données	Conclusion impossible	Conclusion impossible
	Pas de données	Pas de données	Conclusion impossible	Possible	Conclusion impossible	Conclusion impossible
	Pas de données	Pas de données	Conclusion impossible	Possible	Conclusion impossible	Conclusion impossible
	Pas de données	Pas de données	Conclusion impossible	Possible	Conclusion impossible	Conclusion impossible
	Pas de données	Pas de données	Pas de données	Pas de données	Pas de données	Pas de données
	Pas de données	Pas de données	Pas de données	Pas de données	Pas de données	Pas de données
	Pas de données	Pas de données	Concl. impossible	Possible	Concl. impossible	Concl. impossible

(*) (installations qui mélangent déchets dangereux et non dangereux)

Améliorations de la maîtrise des effets sanitaires

Les études disponibles montrent que, dans le domaine de la gestion des déchets, les salariés et les personnes vivant à proximité des installations de traitement peuvent être exposés à des risques sanitaires pouvant être liés à la dangerosité même du déchet et/ou au(x) procédé(s) mis en œuvre ou aux tâches à réaliser : opérations mécanisées, opérations pouvant générer des expositions à des gaz et poussières, chutes, coupures, troubles musculo-squelettiques ou lombalgies... L'enjeu est de maîtriser ces risques.

Ces dernières années, une prise de conscience des risques encourus et l'avancée des connaissances scientifiques ont notamment permis de faire évoluer les pratiques professionnelles et la réglementation qui encadre les activités de collecte et de traitement des déchets, améliorant ainsi la prévention des risques sanitaires, à la fois pour le personnel mais aussi pour les riverains des installations de traitement des déchets.

D'une manière générale et particulièrement dans le domaine de la gestion des déchets qui connaît un taux de fréquence des accidents du travail très élevé, **la prévention des risques professionnels est intégrée dès la conception des unités industrielles.**

Des mesures sont également mises en place, dans l'organisation du travail, afin de réduire les accidents de toutes sortes, en agissant, après les avoir identifiées, sur les causes de risques. Cette évaluation des risques, obligatoire depuis 2001 dans les entreprises, porte sur les risques physiques (manutention, bruit, collisions...) mais aussi sur le risque chimique et biologique. En application du décret du Code du travail, elle est traduite dans le « document unique » mis à la disposition des salariés et du médecin du travail. Des formations adaptées aux postes de travail et aux mesures de sécurité sont dispensées au personnel.

Les riverains, quant à eux, souhaitent être informés sur les impacts potentiels des installations de traitement des déchets sur leur environnement et leur santé. **Cette information de la population sur la gestion des déchets**, qui résulte d'une obligation (loi du 13 juillet 1992), permet en outre, une meilleure acceptation des projets d'unités de traitement. Cette information passe par les mesures suivantes pour la plupart déjà mises en œuvre :

- La communication de documents (dont l'étude d'impact notamment qui contient l'évaluation des risques sanitaires) par l'exploitant de l'ICPE lors de la phase d'enquête publique
- La création à l'initiative du préfet, d'une Commission Locale d'Information et de Surveillance (CLIS)

- La mise à disposition par les mairies de documents (rapport annuel sur le prix et la qualité du service public d'élimination des déchets notamment) permettant l'évaluation des mesures prises pour éliminer les déchets,
- La communication par les préfets de documents (dont le plan de prévention et de gestion des déchets non dangereux – PPGDND - dont l'élaboration comprend une phase d'évaluation environnementale intégrant les nuisances et les risques sanitaires associés à ce plan) relatifs à la gestion des déchets sur le territoire.

Les installations industrielles doivent également effectuer des mesures des rejets (aqueux et/ou atmosphériques) qu'elles génèrent et les déclarer (arrêtés du 24 décembre 2002 et du 31 janvier 2008 relatifs à la déclaration annuelle des émissions polluantes des installations classées soumises à autorisation).

En tant qu'installations soumises à autorisation, la surveillance des installations de traitement des déchets implique également un contrôle de leur impact sur l'environnement et sur la santé des riverains (arrêté du 2 février 1998).

C'est l'exploitant qui doit mettre en place une politique de surveillance de son installation et les moyens permettant de respecter les limites en polluants rejetés ; il s'agit de l'auto-surveillance.

Les sites de traitement font également l'objet de contrôles par l'inspection des ICPE afin de vérifier leur conformité réglementaire.

En 2011, **l'incinération** semble encore souffrir des erreurs du passé et de leurs conséquences sur la santé publique. Cette filière a pourtant, ces dernières années, bénéficié de réels progrès techniques et d'une amélioration de la réglementation, qui limitent considérablement les risques sanitaires des UIOM.

La mise aux normes, fixée dans l'arrêté du 20 septembre 2002 et effective fin 2005, de tous les incinérateurs français (qui a entraîné de nombreuses fermetures) a imposé des valeurs limites d'émissions des gaz dans l'atmosphère pour les principaux polluants, avec des mesures strictes pour traiter les fumées des usines, ainsi que l'obligation de réaliser une surveillance de l'impact sur l'environnement au voisinage des installations.

Les résultats de ce suivi, unique en Europe, font l'objet d'un rapport annuel et sont présentés aux commissions

locales d'information et de surveillance (CLIS). En février 2009, dans un *Bulletin épidémiologique hebdomadaire*, l'InVS fait le point sur les travaux récemment publiés en France autour de l'incinération.

L'InVS conclut que depuis la mise aux normes de 2002 « l'impact sanitaire des UIOM pourrait être suffisamment contrôlé pour que se pose la question de faire désormais porter l'effort de recherche sur d'autres sources de pollutions industrielles moins réglementées ».

Le stockage des déchets ménagers et assimilés a, quant à lui, longtemps été le mode de traitement privilégié en raison de son faible coût. Une des priorités nationales et européennes actuelles est la réduction des tonnages enfouis ; désormais, les ISDND ne devront accueillir que les déchets ultimes non valorisables.

De nombreuses études sur les expositions et les impacts sanitaires du stockage ont été publiées, mais peu sont issues de travaux menés en France donc, pour partie, non transposables. L'arrêté de 1997 modifié impose aux centres de stockage de déchets ménagers des normes environnementales très strictes, tant au niveau de l'étanchéité des sols, du confinement des déchets que des mesures de contrôle et de suivi des rejets. L'implantation des centres de stockage des déchets ménagers est également réglementée ; les installations doivent être situées à 200 mètres minimum des zones habitées.

Dans son ouvrage *Stockage des déchets et santé publique, synthèse des recommandations* (mars 2005), l'InVS conclut que « la situation générale du risque lié au stockage des déchets, aujourd'hui en France, n'apparaît pas particulièrement préoccupante ».

Les plateformes de compostage sont également soumises à la réglementation des ICPE. De nombreux textes réglementaires régissant les prescriptions techniques applicables à ces installations ont été publiés ces derniers mois. Des mesures de prévention appropriées sont mises en œuvre pour réduire l'exposition des salariés aux poussières et agents biologiques.

Dans un contexte d'exigences environnementales et sanitaires croissantes, **les normes de qualité des composts** sont elles aussi renforcées, tant au niveau national qu'euro-péen. La norme NF U 44-051 d'application obligatoire (2006) pour les amendements **organiques** définit notamment les critères relatifs à l'innocuité que les composts doivent respecter pour être mis sur le marché (il en est de même pour la norme NF U 44095 relative aux composts contenant des matières issues du traitement des eaux).

A propos des secteurs de **la collecte et du tri** des déchets ménagers, des évolutions importantes ont été apportées à la conception et à l'aménagement des unités et donc à la qualité de l'ambiance de travail (centre de tri), permettant ainsi de réduire l'exposition des salariés aux poussières et agents biologiques.

Conclusion

La gestion des déchets ménagers et assimilés conduit à rejeter dans l'environnement des agents potentiellement dangereux pour la santé humaine. Le travail mené sur les rapports de synthèse et les principales études primaires, avait pour objectif de proposer une synthèse des connaissances nationales et internationales disponibles, sur les effets sanitaires de certains modes de gestion des déchets ménagers (collecte, tri, compostage, incinération, stockage). Ce bilan s'intéresse aux effets observés tant chez les employés de ces installations que dans les populations qui vivent à proximité.

La plupart des études ont été menées autour et dans des installations datant des années 90, certaines conclusions sont donc difficilement applicables aux installations actuelles. Dans ce contexte, des études prospectives françaises doivent être encouragées et financées.

Bilan des études disponibles

Le premier bilan montre que **les données concernant les effets sanitaires des modes de gestion des déchets ménagers étudiés ne sont pas également réparties**. En effet, les études menées sur les effets sanitaires des usines d'incinération d'ordures ménagères sont beaucoup plus nombreuses que pour les installations de stockage, les plateformes de compostage, la collecte et le tri. Une évaluation complète de la filière au regard des autres filières aurait nécessité la prise en compte des effets sanitaires des installations de recyclage (plasturgies, verreries, aciérie, métallurgie, ...) et plus généralement de l'utilisation des sous-produits de valorisation qui n'ont pas pu être abordés dans ce travail.

- Concernant **la collecte et le tri, seuls les salariés sont concernés**. Même si ce sont deux modes de gestion très différents, les études disponibles les ont souvent regroupés. De ce fait, il n'a pas été possible de faire de distinction. De plus, elles ont été menées particulièrement au Danemark et pour la plupart dans les années 90.
- Les études sur les effets sanitaires liés au **compostage** concernent surtout les **professionnels**. Les travaux de recherche sur la méthanisation -traitement récent- sont encore rares, et les éventuels inconvénients des composteurs individuels doivent être étudiés de manière prospective.
- **L'incinération** a fait l'objet de nombreuses études depuis plus de dix ans, en particulier sur les **riverains** autour d'usines présentant un système de traitement des fumées des années 90, avant mise en œuvre de la réglementation de 2002.
- Les études sur les installations de **stockage** des déchets non dangereux comportent des lacunes importantes. Ces **études sont rares en France**, tant sur les professionnels que sur les riverains, et celles menées à l'étranger relatent

la présence de déchets dangereux dans des centres pour lesquels les modes de gestion ne sont pas comparables à la situation française.

Des résultats difficiles à interpréter et à comparer

Dans la population générale, l'évaluation des risques sanitaires reste très complexe du fait d'expositions multiples à de faibles doses et sur le long terme. **Les études soulignent toute la difficulté à mettre en évidence une surexposition des populations riveraines d'installations de traitements des déchets face à la multiplicité des sources de pollution** (autres industries, trafic automobile...).

Une difficulté supplémentaire réside dans les délais entre l'exposition et l'apparition de certaines pathologies comme les cancers (notion de temporalité). Pour certaines filières, comme l'incinération, les données disponibles aujourd'hui portent sur des installations ayant fonctionné il y a plus de 10 ans avec des niveaux d'émissions supérieures et des pratiques de contrôle des rejets différents des pratiques et réglementations actuelles. De ce fait, **les études disponibles aujourd'hui ne peuvent pas renseigner sur les effets de demain**, même s'il faut souligner qu'elles ont permis de faire évoluer de façon drastique la réglementation.

Il existe également différents biais qui viennent limiter la comparabilité et la portée des résultats des études.

On sait notamment que toutes les études épidémiologiques ayant abouti à des résultats négatifs ne sont pas systématiquement publiées : c'est le biais dit « de publication ». De même, le poids accordé à certaines études peut dépendre plus ou moins fortement des préjugés du lecteur ou de biais statistiques. Les études « *tout type cancers* » par exemple sont presque toujours négatives pour les incinérateurs même avec les anciennes normes. Lorsqu'on se focalise sur un type de cancer, les données sont insuffisantes pour assurer la puissance statistique nécessaire. Quand on trouve une étude significative pour le cancer du poumon, une autre sur le cancer de l'estomac, une troisième sur le cancer du foie, le risque d'être dans les 5 % de risque d'erreur accepté au départ est grand ($p=0,05$ veut dire que 5 fois sur 100 on peut trouver une relation par hasard), alors que si on trouvait par exemple 3 fois de suite le cancer du foie, le risque d'une association serait beaucoup plus solide.

De plus, **la perception par les populations des risques sanitaires inhérents au domaine des déchets** n'est pas seulement liée aux connaissances objectives disponibles mais **dépend généralement aussi des images associées à cet univers**. Ce phénomène est d'autant plus important que les risques sont peu connus et que l'exposition est subie, invisible et indécélable par tout un chacun. D'où la nécessité pour les pouvoirs publics de gérer ces risques sanitaires.

Enfin, dans le champ de la santé environnementale, il convient de bien distinguer la notion d'association statistique de la notion de lien de causalité.

La causalité (ou relation de cause à effet) en épidémiologie est un concept probabiliste : l'exposition à un « facteur de risque » entraîne une augmentation de la fréquence de la pathologie concernée dans la population. Différents critères formalisés (dits critères de Hill) permettent d'estimer s'il existe ou non une relation de cause à effet entre exposition et risque de maladie.

Pour la recherche de causalité, les épidémiologistes utilisent diverses méthodes. Celles-ci reposent sur l'observation de sujets à l'échelle individuelle, en comparant des personnes exposées et non exposées, malades et non malades, et prennent en compte les facteurs susceptibles de modifier la relation. De nombreux problèmes peuvent cependant rendre difficile cette recherche de causalité.

Comment lever les incertitudes ?

Que l'on ait recours au compostage, à la méthanisation, à l'incinération ou au stockage, aucun mode de traitement des déchets ménagers, au même titre que toute industrie, n'est exempt de risque, aussi faible soit-il, pour l'environnement et la santé.

Pour lever ces incertitudes, il importe de poursuivre et de renforcer l'évaluation des effets environnementaux et sanitaires des différents modes de traitement des déchets aux normes actuelles.

L'utilisation de séries chronologiques d'exposition (pollution de l'air), de biomarqueurs d'exposition (dioxines) et d'autres méthodes à venir devrait permettre progressivement de répondre à ces questions. En attendant, **la prévention des risques chez les salariés et l'information objective et en toute transparence des riverains sont nécessaires à la gestion des risques.**

Synthèse

Effets sanitaires liés à la gestion des déchets ménagers et assimilés, ce qu'il faut retenir

Collecte et tri

Professionnels : le risque majeur identifié concerne les **troubles musculo-squelettiques**. Celui de contracter des maladies infectieuses à la suite de piqûres ou de coupures avec des déchets souillés est faible mais non nul (en France, un dispositif spécifique est en train d'être mis en place pour les DASRI). Enfin, les données disponibles indiquent que des troubles respiratoires aigus et digestifs sont également probables.

Riverains : aucune étude n'est disponible.

Plateformes de compostage

Professionnels : les études montrent la survenue probable de troubles respiratoires aigus ou transitoires liés à l'inhalation de bioaérosols et la possibilité d'apparition de problèmes dermatologiques et digestifs ainsi que d'irritations oculaires.

Riverains : les données sont relativement rares mais ont mis en évidence la possibilité d'apparition de troubles divers (nausées, maux de tête, fatigue...) et de troubles respiratoires dans un rayon proche des sites.

Unités d'incinération d'ordures ménagères (UIOM) « ancienne réglementation » (ne respectant pas les normes actuellement en vigueur):

Rappel : La littérature existante concernant les effets sanitaires des UIOM n'est pas basée sur le parc actuellement en fonctionnement mais sur des installations dont les rejets atmosphériques n'étaient pas contrôlés et traités suivant les mêmes standards qu'aujourd'hui. Depuis, une réduction drastique des rejets atmosphériques a été imposée aux UIOM.

Professionnels : les études sont peu nombreuses, mais elles montrent une possibilité d'atteintes respiratoires. Il n'est

pas possible, à partir des données disponibles, de conclure concernant les risques de cancers, d'anomalies pendant la grossesse ou de malformations congénitales chez les enfants des salariées exposées.

Riverains : aucune conclusion solide ne peut être tirée en matière de troubles cardiaques ou respiratoires : les données sur ces sujets sont insuffisantes ou divergentes. Chez les enfants de mères qui avaient été exposées aux rejets des UIOM d'ancienne réglementation, les études publiées montrent que l'apparition de malformations congénitales et de troubles de la reproduction était possible. De même, il existe, pour les populations qui ont vécu autour de ces installations, un risque d'augmentation de la fréquence de certains cancers chez la femme (cancers tous types confondus et cancer du sein) et des cancers du poumon, gastro-intestinaux et du foie chez les deux sexes. Enfin, les données disponibles indiquent une association probable entre exposition à ces UIOM d'ancienne réglementation et augmentation du risque de lymphomes non hodgkiniens (LNH) et de sarcomes des tissus mous (STM).

Installations de stockage

Les études sur les installations de stockage de déchets non dangereux comportent des lacunes importantes. Ces études sont rares en France, tant chez les professionnels que chez les riverains et celles menées à l'étranger relatent la présence de déchets dangereux dans des centres pour lesquels les modes de gestion ne sont pas comparables à la situation française.

Professionnels : hors France pour des installations stockant des déchets non dangereux et des déchets dangereux, les études montrent que des effets sur la santé sont possibles, comme des troubles respiratoires, dermatologiques ou neurologiques.

Riverains : les données disponibles font état d'impacts non spécifiques sur la santé, comme l'anxiété ou la dépression. Cependant, l'origine de ces effets est difficile à identifier ; ils pourraient être plus provoqués par l'inquiétude des riverains que réellement par les polluants émis par les installations.

8) Voir aussi Annexe 2 : Repères en épidémiologie.

Accidents du travail chez les professionnels

Les données recueillies auprès de la CNAMTS et les résultats des quelques études publiées montrent que les accidents avec arrêt de travail sont nettement plus fréquents chez les salariés des entreprises de collecte et de traitement (hormis pour l'incinération) des DMA que pour le personnel de l'ensemble des branches d'activité suivies.

Les professionnels des différentes filières de gestion des déchets subissent des expositions répétées à divers polluants. Or, même si ces derniers bénéficient d'un suivi médical renforcé, les connaissances sur les risques sur leur santé sont, à ce jour, incomplètes.

Au-delà de la mesure directe des polluants, les recherches utilisant des marqueurs biologiques mériteraient notamment d'être élargies. Ces marqueurs permettent de suivre une exposition à certains polluants, comme les dioxines ou les métaux. La réalisation d'études comme les séries chronologiques d'exposition (8), qui sont utilisées dans le cadre du suivi de la pollution de l'air, ainsi que la prise en compte des données toxicologiques permettraient d'obtenir une meilleure interprétation du lien de causalité.

Les enjeux sanitaires inhérents aux plaintes récurrentes de la population riveraine concernant les odeurs et le bruit doivent aussi être pris en considération. En effet, même si, dans l'état actuel des connaissances, les niveaux de concentration en polluants odorants n'induisent pas de risque toxique, le mal-être que ces nuisances suscitent peut avoir un impact négatif lorsqu'elles sont jugées excessives par les riverains.

Liste des sigles

Organismes

ADEME	: Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
CITEPA	: Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique
CNAMTS	: Caisse nationale d'assurance maladie des travailleurs salariés
FNADE	: Fédération nationale des activités de la dépollution et de l'environnement
InVS	: Institut de veille Sanitaire
INPES	: Institut national de prévention et d'éducation pour la santé
INRS	: Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles
IRSN	: Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire
OFEFP	: Office fédéral de l'environnement des forêts et des paysages
RECORD	: Réseau coopératif de recherche sur les déchets et l'environnement
RSD	: Réseau santé déchets

Autres

CET	: Centre d'enfouissement technique des déchets
COV	: Composés organiques volatils
COVNM	: Composés organiques volatils non méthaniques
CTO	: Composé tracé organique
DASRI	: Déchets d'activité de soins à risque infectieux
DEEE	: Déchets d'équipements électriques et électroniques
DIB	: Déchet industriel banal
DMA	: Déchets ménagers et assimilés
ERS	: Evaluation des risques sanitaires
ETM	: Élément trace métallique
HAP(H)	: Hydrocarbures aromatiques polycycliques (halogénés)
HCl	: Acide chlorhydrique
HF	: Acide fluorhydrique
H ₂ S	: Acide sulfurique
ICPE	: Installation classée pour la protection de l'environnement
ISDI	: Installation de stockage des déchets inertes
ISD(n)D	: Installation de stockage des déchets (non) dangereux
MIOM	: Mâchefer d'incinération des ordures ménagères
NH ₃	: Ammoniac
NO _x	: Oxydes d'azote (No et NO ₂ principalement)
N ₂ O	: Protoxyde d'azote
PCB	: Polychlorobiphényle
PCDD	: Polychlorodibenzodioxines
PCDF	: Polychlorodibenzofuranes
REFIOM	: Résidu d'épuration des fumées d'incinération d'ordures ménagères
REP	: Responsabilité élargie des producteurs
SO _x	: Oxydes de soufre soufré (SO ₂ principalement)
UIOM	: Unités (usines) d'incinération des ordures ménagères

Lexique

Actinomycètes : micro-organismes filamenteux proches des bactéries, qui sont sensibles aux antibiotiques antibactériens et insensibles aux antibiotiques antifongiques. Ils ont été considérés pendant longtemps comme des champignons du fait de leur assez grande similitude morphologique avec ceux-ci.

Andain : mise en tas longs et hauts des déchets afin de faciliter leur retournement, donc leur décomposition, dans un processus de compostage.

Bactérie Gram négative : qualifie une bactérie négative à la coloration de Gram, qui est décolorée puis recolorée en rose.

Bioaérosols : agents biologiques (virus, bactéries, champignons microscopiques...) dispersés dans l'air.

Composé organique volatil (COV) : gaz organique qui s'évapore plus ou moins rapidement à température ambiante et se retrouve dans l'air. On en compte plus de 300 types.

Déchets ménagers et assimilés (DMA) : ils comprennent les ordures ménagères résiduelles, les déchets des collectes sélectives et les déchets collectés en déchèteries, soit la totalité des déchets des ménages et des activités économiques pris en charge par le service public.

Dioxines : ensemble de molécules chimiques organiques chlorées présentant une structure chimique similaire. Certaines d'entre elles sont particulièrement toxiques (effets cancérigènes, notamment) en fonction du nombre et de la position des atomes de chlore. L'une des plus toxiques est la TCDD (2,3,7,8-tétrachlorodibenzo-p-dioxine), dite « *dioxine de Seveso* ». Ces substances peuvent constituer des sous-produits d'activités humaines comme l'incinération, la combustion ou encore la fabrication de certains pesticides. Mais elles peuvent aussi être émises naturellement lors des feux de forêts ou des éruptions volcaniques.

Effluent : désigne la plupart du temps les eaux usées domestiques et urbaines (on reçoit des effluents dans les stations d'épuration) et, par extension, les eaux usées issues des procédés industriels.

Endotoxines : constituants de la paroi des bactéries Gram négatives, qui sont libérés lors de la destruction (lyse) et de la multiplication de celles-ci.

Etude monocentrique : étude (épidémiologique par exemple) qui se déroule dans un seul lieu.

Etude multicentrique : étude (épidémiologique par exemple) qui se déroule dans plusieurs lieux différents simultanément. Elle présente l'intérêt de porter sur un plus grand échantillon de population et de limiter les biais de sélection géographiques, climatiques ou ethniques.

Etude primaire : étude originale dont les résultats peuvent être repris dans des études complémentaires ou des rapports de synthèse*.

Glucane : polymère de glucose de très haut poids moléculaire, à chaînes plus ou moins ramifiées, produit à partir du saccharose par certaines bactéries.

(1-3)- β -D-glucanes : composants de la paroi cellulaire des moisissures (champignons microscopiques), agissant comme un puissant agent inflammatoire.

Incidence : nombre de cas (nombre de malades par exemple) apparus au cours d'une période donnée rapporté au nombre d'individus exposés au début de cette période.

Lixiviât : liquide chargé bactériologiquement et chimiquement par la dégradation des déchets lors de la circulation des eaux dans ces derniers, contenu dans une décharge et/ou extrait.

Lixiviation : au sens littéral, extraction d'un ou de plusieurs éléments sous l'action d'un solvant. Usage courant : par extension, on appelle lixiviation toute opération consistant à soumettre une matrice (solide, pâteuse, pulvérulente, etc.) à l'action d'un solvant, en général de l'eau. La solution obtenue après lixiviation d'un déchet ou d'un matériau au laboratoire est appelée "éluat".

Lymphome malin non hodgkinien : tumeur maligne du système lymphoïde.

Mâchefer : fraction non combustible des déchets que l'on extrait à la base du four.

Mésophile : se dit d'un microorganisme – bactérie par exemple – dont la température optimale de développement est voisine de celle du corps humain (37 °C).

Métrologie : ensemble des disciplines liées à la mesure.

Myélome multiple : également appelé maladie de Kahler, c'est un cancer qui se développe dans la moelle osseuse, à partir de cellules appelées plasmocytes (type particulier de globules blancs dont le rôle est de produire des anticorps).

Nasopharynx : partie du pharynx qui se trouve en arrière des fosses nasales.

Ordures ménagères et assimilées (OMA) : les OMA sont constituées des ordures ménagères résiduelles et des déchets collectés sélectivement (verre, emballages, journaux-magazines et biodéchets – hors déchets des déchèteries, collectes d'encombrants et collectes de déchets verts), issus de l'activité domestique des ménages et des activités économiques (déchets collectés dans les mêmes conditions que ceux issus de l'activité domestique).

Ordures ménagères résiduelles (OMR) : part des ordures ménagères collectées en mélange, restant après les collectes sélectives.

Percolation : écoulement lent d'un liquide, à l'intérieur d'un milieu poreux ; ce mouvement peut être horizontal, à la différence de l'infiltration.

Polychlorobiphényles (PCB) : famille de 209 congénères dont la structure moléculaire est similaire. Douze d'entre eux sont semblables aux dioxines (« dioxine-like ») et peuvent donc être toxiques comme elles, par exemple le 3,4,4',5-tétrachlorobiphényle. Les PCB ont été fabriqués industriellement avant leur interdiction en 1980 – ils ont notamment été utilisés comme isolants dans les transformateurs électriques – mais ils peuvent également se former au cours de la fabrication de produits chimiques ou de l'incinération.

Prévalence : proportion des personnes affectées par une maladie à un moment donné, dans une population donnée. Elle est exprimée le plus souvent sous forme de pourcentage.

Rapport de synthèse : document scientifique constitué à partir de la synthèse de plusieurs études épidémiologiques primaires.

Saprophyte : se dit d'un organisme (champignon notamment) qui se nourrit exclusivement de matière organique en décomposition.

Sarcome des tissus mous : tumeur maligne qui se développe aux dépens des tissus de soutien de l'organisme (tissu adipeux, tissu musculaire, vaisseaux, système nerveux périphérique).

Thermophile : se dit d'un organisme dont le développement est optimal dans des milieux chauds dont la température de croissance est optimale à partir de 45 °C.

UFC (Unité Formant en Colonies) : unité utilisée pour dénombrer les cellules, bactéries ou parasites viables, en laboratoire ; le nombre de cellules viables donnant chacune naissance à une colonie dans l'échantillon, est ainsi déterminé.

Annexe 1

Bibliographie

Références bibliographiques du rapport scientifique du Centre Léon Bérard, Observatoire régional de la santé Rhône-Alpes, « L'évaluation des effets sanitaires liés à la gestion des déchets ménagers et assimilés » (avril 2011)

- Abdou MH.** Health impacts on workers in landfill in Jeddah City, Saudi Arabia. *J Egypt Public Health Assoc.* 2007, Vol. 82(3-4):319-29.
- ADEME,** Synthèse des résultats du second état d'avancement de mise en conformité des UIOM. 2005.
- AGREE Collaboration.** Appraisal of Guidelines for Research and Evaluation Instrument, 2002.
- AIE, Associazione Italiana di Epidemiologia.** Waste processing and health. A position document of the Italian Association of Epidemiology. 2008, Vol. 44(3):301-6.
- AMORCE.** « Les Installations de Stockage de Déchets ». Série Technique N° 22. 2007.
- Andre P., Vaillancourt J-G., Plante S. et al.** L'apport des sciences sociales en santé environnementale. *Environnement et santé publique.* Éditions Tec & Doc, 2003.
- ASTEE [Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement], Renault C. Morice E., Delery L. et Deportes I.** Guide méthodologique pour l'évaluation du risque sanitaire de l'étude d'impact des installations de compostage soumises à autorisation. 2006.
- Beffa T, Staib F, Lott Fischer J.** Mycological control and surveillance of biological waste and compost. *Medical Mycology.* 1998, Vol. 36 (suppl. 1) : 137-145.
- Biggeri A, Barbone F, Lagazio C, Bovenzi M, Stanta G.** Air pollution and lung cancer in Trieste, Italy: spatial analysis of risk as a function of distance from sources. *Environ Health Perspect.* 1996, 104:750-754.
- 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, Vol. 57 : 458-464.
- Calvez, M.** Les signalements profanes de clusters de cancers : épidémiologie populaire et expertise en santé environnementale. *Sciences sociales et santé.* 2009, Vol. 27, n°2.
- 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.
- CNAMTS, Direction des Risques Professionnels.** Risque AT 2008 : statistiques « technologiques » du CTN C par numéro de risques – Industries des transports, de l'eau, du gaz, de l'électricité, du livre et de la communication. 2009.
- Cook DJ, Guyatt GH, Laupacis A, Sackett DL, Goldberg RJ.** Clinical recommendations using levels of evidence for antithrombotic agents. *Chest* . 1995, Vol. 108 (4Suppl) : 227S-30S.
- 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.
- 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, 67:493-499.
- Da Silva MC, Fassa AG, Kriebel D.** Musculoskeletal pain in ragpickers in a southern city in Brazil. *Am J ind med.* 2006, Vol. 49, n°5,327-336.
- Da silva MC, Fassa AG, Siqueira CE et al.** World at work: Brazilian ragpickers. *Occup Environ Med.* 2005, Vol. 62:736-740.
- Dab, W.** Santé et environnement. Paris : PUF, coll « Que sais-je ? » n°3771, 2007.
- DEFRA [Department for environment Food and Rural Affairs].** Review of Environmental and Health effects of waste management: municipal solid waste and similar wastes. 2004, Vol. 420 p.
- Deloraine A, Hedreville L, Arthus C.** Etude bibliographique sur l'évaluation des risques liés aux bioaérosols générés par le compostage des déchets. s.l. : Centre Alpin de Recherche Epidémiologique Prévention Sanitaire (CAREPS) et Agence de l'énergie et de la maîtrise de l'environnement (ADEME),2002.

- Déportes I, Brunet H, Aupetitgendre M, Cauchi A, Gay G, Denys S, Déléry L.** Base scientifique de l'évaluation des risques sanitaires relatifs aux agents pathogènes. s.l. : (ADEME INERIS), 2007.
- Deportes I, Krivobok S, Seigle-Murandi F, Zmirou D.** Aflatoxins in municipal solid wastes compost? A first answer. *Journal of agricultural and food chemistry*. 1997, Vol. 45(7) : 2788-2792.
- Dolk H, Vrijheid M, Armstrong B, et al.** Risk of congenital anomalies near hazardous-waste landfill sites in Europe: the EUROHAZCON study. *Lancet*. 1998, Vol. 352, 423-427.
- Domingo JL, Nadal M.** Domestic waste composting facilities: a review of human health risks. *Environ Int*. 2009, Vol. 35(2):382-9.
- Dor F.** Risques sanitaires et gestion des déchets. Sécurité sanitaire et gestion des déchets. *Techniques sciences méthodes*. 2005, Vol. 215, 7-8:52-9.
- Dounias G., Kypraiou E., Rachiotis G., Tsovilli E., Kostopoulos S.** Prevalence of hepatitis B virus markers in municipal solid waste workers in Keratsini (Greece). *Occupational Medicine*. 2005, Vol. 55, 1, p 60-63.
- Dounias G., Rachiotis G.** Prevalence of hepatitis A virus infection among municipal solid-waste workers. *Int J Clin Pract* . 2006, Vol. 60,11,1432-1436.
- Douwes J, Mclean D, Van Der Maarl E, Heederik D, Pearce N.** Worker exposures to airborne dust, endotoxin and beta(1,3)-glucan in two New Zealand sawmills. . *Am. J. Ind. Med*. 2000, Vol. 38(4) : 426-30.
- Dummer TJ, Dickinson HO, Parker L.** Adverse pregnancy outcomes around incinerators and crematoriums in Cumbria north west England, 1956-93. *J Epidemiol Community Health* . 2003 57:456-461.
- Elliott P, Shaddick G, Kleinschmidt I, Jolley D, Walls P, Beresford and Grundy C.** Cancer incidence near municipal solid waste incinerators in Great Britain. *British Journal of Cancer* . 1996, Vol. 73, 702-710.
- Elliott P, Briggs D, Morris S, de Hoogh C.** Risk of adverse birth outcomes near landfill sites. . *Br. med.J.* 2001, Vol. 323 (7325), 363-368.
- 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, 82:1103-1106.
- Fabre P, Daniau C, Gorla S, De Crouy-Chanel P, Empereur-Bissonnet P.** Etude d'incidence des cancers à proximité des usines d'incinération d'ordures ménagères. *Rapport d'étude Institut de Veille Sanitaire*. 2008.
- Ferreira JA, Tambellini AT, Pessoa Da Silva CL, Guimaraes M.** Hepatitis B morbidity in municipal and hospital waste collection workers in the city of Rio de Janeiro. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 1999, Vol. 20;591-592.
- Fervers B, Hardy J, Blanc-Vincent MP, Theobald S, Bataillard A, Farsi F, Gory G, Debuiche S, Guillo S, Renaud-Salis JL, Pinkerton R, Bey P, Philip T.** SOR: project methodology. *Br J Cancer*. 2001, Vol. May; 84 Suppl 2:8-16.
- Fisher G, Müller T, Schwalbe R, Ostrowski R, Dott W.** Exposure to airborne fungi, MVOC and mycotoxins in biowastehandling facilities. . *Int. J. Hyg. Environ. Health*. 2000, Vol. 203 : 97-104.
- 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, 14:392-398.
- FNADE/ADEME.** Guide méthodologique relatif à la déclaration des émissions polluantes des installations de stockage de déchets. 2007.
- Gelberg KH.** Health study of New York City department of sanitation Landfill employees. . *JOEM*. 1997, Vol. 39, 11, 1103-1110.
- Gerin M., Gosselin P., Cordier S. et al.** Environnement et santé publique. Fondements et pratiques. s.l. : Éditions Tec & Doc, Edisem, 2003.
- Giusti L.** A review of waste management practices and their impact on human health. *Waste Manag*. 2009, Vol. 29(8):2227-39.
- Gladding T, Thorn J, Stott D.** Organic dust exposure and work-related effects among recycling workers. *Am j Ind med*. 2003, 43:584-591.
- Gladding TL, Thorn J, Smith R.** *Air quality and worker health effects in materials recovery facilities in England and Wales*. Sardinia Caligari : s.n., 2003. paper n°66.
- Golberg MS, Goulet L, Riherty 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, Vol. 69, 37-50.
- Golberg 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, Vol. 54, (4), 291-296.
- 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, Vol. 50, 416-424.
- Gostelow P, Parsons SA, Stuetz RM.** Odour measurements for sewage treatment works. *Water Res*. 2001, Vol. 35(3):579-97.
- Gustavson, P.** Mortality among workers at a municipal waste incinerator. *Am J Ind Med*. 15(3): 245-53, 1989.
- Heldal KK, Eduard W.** Associations between acute symptoms and bioaerosol exposure during the collection of household waste. *Am. J. ind. Med*. 2004, Vol. 46, 253-260.

- Heldal KK, Halstensen AS, Thorn J, Djupesland P, Wouters I, Eduard W, Haltensen TS.** Upper airway inflammation in waste handlers exposed to bioaerosols. *Occup. environ. Med.* 2003, Vol. 60, 444-450 .
- Herr CEW, Zur Nieden, 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, Vol. 60: 336-342.
- Hill AB,** The environment and Disease: Association or causation. Section of occupation of medicine 1965, Vol 58, 295-300.
- Hours M, Anzivino L, Asta J., Berny P., Billeret M., Maitre A., Parat S., Stoklov M., Sarrasin B., Keck G., Perrodin Y.** Etude des polluants atmosphériques émis dans deux centres de stockage des ordures ménagères. *Déchets Sci. Tech.* 2001, Vol. 24;38-42.
- Hours M, Anzivino-Viricel L, Maitre A, Perdrix A, Perrodin Y, Charbotel B, Bergeret A.** Morbidity among municipal waste incinerator workers: a cross-sectional study. *Int Arch Occup Environ Health.* 2003,76:467-472.
- Hu SW, Shy CM.** Health effects of waste incineration: a review of epidemiologic studies. *J Air Waste Manage Assoc.* 2001, Vol. 5(7):1100-9.
- Inserm, Département information scientifique et communication. Décembre 2009.**
<http://www.inserm.fr/espace-journalistes>. [En ligne] Repères en épidémiologie, Décembre 2009.
- InVS.** Evolution de l'incidence et de la mortalité par cancer en France de 1978 à 2000. *InVS*, 2003.
- InVS.** Guide méthodologique pour l'évaluation et la prise en charge des agrégats spatio-temporels de maladies non infectieuses, *InVS*, 2005.
- InVS, ADEME, ASTEE, SFSP, INERIS, AFSE, BRGM, RSD.** Stockage des déchets et santé publique : synthèse et recommandations. *InVS*. 2005.
- InVS.** Incinérateurs et Santé. Guide pour la conduite à tenir lors de la demande locale d'investigations sanitaires autour d'une UIOM, *InVS*, 2004
- Ivens UI, Breum NO, Ebbehøj 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, Vol. 25, (3), 238-245.
- Ivens UI, Ebbehøj JN, Poulsen OM, Skovt.** Season, equipment, and job function related to gastrointestinal problems in waste collectors. *Occup Environ Med.* 1997, Vol. Dec; 54(12):861-7.
- Jarup L, Briggs D, De Hoogh C, Morris S, Hurt C, et al.** Cancer risks in populations living near landfill sites in Great Britain. *Br. J. Cancer.* 2002, Vol. 86 (11), 1732-1736.
- Johanning, E.** An overview of waste management in the United States and recent research activities about composting related occupational health risk. *Schriftenr Ver Wasser Boden Lufthyg.* 1999, Vol. 104:127-40.
- Knox.EG.** Childhood cancers, birthplaces, incinerators and landfill sites. *International Journal Epidemiology.*2000, 29 : 391-397
- Krajewski JA, Tarkowsky S, Cyprowsky M, Szarapinska-Kwaszewska J, Dudkiewsky B.** Occupational exposure to organic dust associated with municipal waste collection and management. *Int. J. occup. Med. environ. Health.* 2002, 15, 289-301.
- Kriebel D.** Incinerators, birth defects and the legacy of Thomas Bayes. *Occup Environ Med.* 2010 Jul; 67(7):433-4
- Kuijjer P-F, Van der beek A-J., Van Dieen J-H, Visser B, Frings-Dresen M-H.** Effect of job rotation on need for recovery, musculoskeletal complaints, and sick leave due to musculoskeletal complaints: A prospective study among refuse collectors. *American journal of industrial medicine.* 2005, Vol. 47, 5, p394-402.
- Labarere J.** Interprétation d'une enquête épidémiologique : type d'enquête, notion de biais, causalité, 2004
- Lloyd OM, Lloyd MM, Williams FMR, Lawson A.** Twinning in human populations and in cattle exposed to air pollution from incinerators. *Br J Ind Med.* 1998, 45; 456-46.
- Maitre A, Collot-Fertey D, Anzivino L, Marques M, Hours M, Stoklov M.** Municipal waste incinerators: air and biological monitoring of workers for exposure to particles, metals, and organic compounds. *Occup. Environ. Med.* 2003, 60, 563-569.
- Malmros P, Sigsgaard T and Bach.** Occupational health problems due to garbage sorting. *Waste manage Res.* 1992, Vol. 10:227-234.
- 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 , Vol. Nov; 66(11):725-32.
- MEDDAT [Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, de l'Aménagement du Territoire].** Les incinérateurs d'ordures ménagères: quels risques ? quelles politiques? 2004.
- Mitis F, Martuzzi M.** Population health and waste management: scientific data and policy options. Report of WHO workshop. *WHO [World Health Organisation].* 2007.
- Mohan AK, Degnan D, Feigley CE, Shy CM, Hornung CA, Mustafa T, Macera CA.,** Comparison of respiratory symptoms among community residents near waste disposal incinerators. *Health Res Int J Environ.* 2000, Vol. 10:63-74,.
- Momas I., Caillard J.F., Lesaffre B.** *Plan National Santé Environnement.* s.l. : La Documentation française, 2004.

- 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, Vol. 212(6):661-9.
- NCR, [National Council Research US].** Waste incineration and public health. Committee on Health Effects of Waste. 2000.
- Nedellec V, Mosqueron L.** Recensement des agents émis lors des déversements d'ordures ménagères en situation professionnelle et identification des dangers par inhalation. *risque santé*. 2002, Vol. 1(3):164-78.
- Nielsen EM, Breum NO, Nielsen BH, Wurtz H, Poulsen OM, Midtgaard U.** Bioaerosol exposure in waste collection: a comparative study on the significance of collection equipment, type of waste and seasonal variation. *Appl. occup. hyg*. 1997, 41,325-344.
- ORSIdF [Observatoire Régional de la Santé d'Ile-de-France].** Le traitement des déchets ménagers et assimilés en Ile de France. Considérations environnementales et sanitaires . 2007.
- Palmer SR, Dunstan FD, Fielder H, et al.** Risk of congenital anomalies after the opening of landfill sites. *Environ Health Perspect*. 2005 , Vol. 113:1362-5.
- 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, Vol. 8:60.
- Poulsen OM, Breum NO, Ebbeho, Hansen AM, Ivens UI, Van Lelieveld D, Malmros P, Matthiasen L, Nielsen BH, Nielsen EM, et al.** Collection of domestic waste. Review of occupational health problems and their possible causes. *Sci Total Environ* . 1995a, Vol. Aug 18;170(1-2):1-19.
- Poulsen OM, Breum NO, Ebbeho, Hansen AM, Ivens UI, Van Lelieveld D, Malmros P, Matthiasen L, Nielsen BH, Nielsen EM et al.** Sorting and recycling of domestic waste. Review of occupational health problems and their possible causes. *Sci Total Environ*. 1995b, Vol. May 19;168(1):33-56.
- 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.
- 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, Vol. 208(4):255-62.
- RECORD [Réseau Coopératif de Recherche sur les Déchets].** Etat des connaissances sur les microorganismes dans la filière déchet. *Réseau coopératif de recherche sur les déchets (RECORD)*. 2003.
- Reinthal FF, Haas D, Feierl G, Schlacher R, Pichler-Semmemrock FP, Kock M, Wust G, Feenstra O.** Comparative investigations of airborne culturable microorganisms in selected waste treatment facilities. *Zent. bl. Hyg. Umweltmed*. 1998/1999, 202, 1-17.
- Rosenberg N.** Affections respiratoires professionnelles non infectieuses dues aux agents biologiques. Secteur des déchets : collecte, tri et valorisation. *Institut national de Recherche et de Sécurité pour la prévention des accidents de travail et les maladies professionnelles (INRS)*. 2007, Vol. 110 -DMT Fiche 39.
- Russi MB, Borak JB, Cullen MR.** An examination of cancer epidemiology studies among populations living close to toxic waste sites. *Environ Health*. 2008, Vol. 7:32.
- Rydhastroem, H.** No obvious special clustering of twin births in Sweden Between 1973 and 1990. *Environ Res ;* . 1998, 76:27-31.
- Rylander R.** Evaluation of the risk of endotoxin exposure. *Int J Occup Env Health*. 1997, Vol. 3:s32-s36.
- Saillard C, Breton I, Chabaud F, Bouffard B.** Les risques liés au traitement des ordures ménagères pour les professionnels et les populations riveraines. Observatoire régional de la santé Poitou-Charentes, 2001.
- 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 Ile de France, *Environnement, risques et santé*. 2008, Vol. 35., 7(1):27-.
- Salomon, D.** La dynamique sociale des mobilisations : l'exemple des antennes-relais de téléphonie mobile. *Bulletin épidémiologique hebdomadaire*. 2005, Vol. 49-50.
- Schlosser O, Halyard A, Cartnick K, Yañez A, Catalán V, Quang ZD.** Bioaerosol in composting facilities: occupational health risk assessment. *Water Environ Res*. 2009, Vol. 81(9):866-77.
- Schlosser O, Huyard A.** Les bioaérosols en plateforme de compostage : exposition et risque professionnel. *Environnement, risques et santé*. 2008, Vol. 7(1):37- 45.
- Shy CM, Degnan D, Fox DL, Mukerjee S, Hazucha MJ, Boehlecke BA, Rothenbacher D, Briggs PM, Devlin RB, Wallace DD, Stevens RK, Bromberg PA.** Do waste incinerators induce adverse respiratory effects? An air quality and epidemiological study of six communities. *Environ Health Perspect* . 1995,103:714-724,.
- Sigsgaard T, Abel A, Donbaek L., Malmros P.** Lung function changes among recycling workers exposed to organic dust. *American Journal of Industrial Medicine*. 1994, Vol. 25:69-72.
- Sigsgaard T, Hansen J, Malmros P.** Biomonitoring and work related symptoms among garbage handling workers. *Ann Agric Environ Med*. 1997, Vol. 4:107-112.

- Slack RJ, Gronow JR., Voulvoulis N.** Household hazardous waste in municipal landfills: contaminants in leachate. *Sci. total Environ.* 2005, Vol. 337, 119-137.
- Stagg S, Bowry A, Kelsey A, Crook B.** *Bioaerosol emissions from waste composting and the potential for workers' exposure*. s.l. : Health and Safety laboratory RR 786 Research Report, 2010.
- SWPHO [South West Public Health Observatory], 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. *South West Public Health Observatory (SWPHO)*. 2002.
- Takata T.** Survey on the health effects of chronic exposure to dioxins and its accumulation on workers of a municipal solid waste incinerator, rural part of Osaka Prefecture, and the results of extended survey afterwards. *Ind Health*. 2003.
- Tolvanen OK, Haenninen KI, Veijanen A, Villberg K.** Occupational hygiene in biowaste composting *Waste Manag. Res.* 1998, Vol. 16(6) : 525-540.
- Tolvanen, OK.** Exposure to bioaerosols and noise at a Finnish dry waste treatment plant. *Waste Manag Res.* 2004, Vol. 22(5):346-57.
- Viel JF, Clement MC, Hägi M, Grandjean S, Challier B, Danzon A.** Dioxin emissions from a municipal solid waste incinerator and risk of invasive breast cancer: a population-based cases control study with GIS-derived exposure. *Environ Health* . 2008 7:4.
- Viel JF, Daniau C, Gorla S, Fabre P, de Crouy-Chanel P, Sauleau EA, Empereur-Bissonnet P.** Risk for non Hodgkin's lymphoma in the vicinity of French municipal solid waste incinerators. *Environ Health*. 2008, 7:51.
- Viel JF, Floret N, Deconinck E, Focant JF, De Payw E, Cahn JY.** Increased risk of non-Hodgkin lymphoma and serum organochlorine concentrations among neighbors of a municipal solid waste incinerator. *Environnement international*. 2011, Vol. 37 449-453.
- Vrijheid M.** Health effects of residence near hazardous waste landfill sites: a review of epidemiologic literature. *Environ Health Perspect*. 2000, Vol. 12, 108(Suppl 1):101.
- Vrijheid M, Dolk H, Armstrong B, Abransky L, Bianchi F, Fazarinc I, Garne E, Ide R, Nelen V, Robert E, Scott JE, Stone D, Tenconi R.** Chromosomal congenital anomalies and residence near hazardous waste landfill sites. *Lancet*. 2002, Vol. 359 (93).
- WCRF/AICR [World Cancer Research Fund, American Institute for Cancer Research].** Food, nutrition, physical activity, and the prevention of cancer: a global perspective. Washington DC: AICR, 2007.
- Wong C, Jonathan W.** Effects of lime addition on sewage sludge composting process. *Water Research*. 2000, Vol. 34(15) : 3691- 3698.
- 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, Vol. 59(2) 106-112.
- Wouters IM, Spaan S, Douwes J, Doekes G, Hederik D.** Overview of personal occupational exposure levels to inhalable dust, endotoxin, $\beta(1-3)$ -glucan and fungal extracellular polysaccharides in the waste management chain. *Ann. occup. Hyg.* 2006, Vol. 50, (1), 39-53.
- Yogesh SD, Zodpey SP.** Respiratory morbidity among street sweepers working at Hanumannagar Zone of Nagpur Municipal Corporation, Maharashtra. *Indian J Public Health*. 2008, Vol. Jul-Sep;52(3):147-9.
- Zambon P, Ricci P, Bovo E, Casula A, Gattolin M, Fiore AR, Chuiosi F, Guzzinati S.** Sarcoma risk and dioxin emissions from incinerators and industrial plants: a population-based case-control study (Italy). *Environ Health* .2007, Jul16; 6-19.
- Zmirou D., Deloraine A., Dab W., Isnard H.** 1995. Uncertainty, expertise and decision making: the lessons from the Montchanin landfill. *Revue d'épidémiologie et de santé publique*. 1995, Vol. vol.43, n°6.

Références spécifiques au présent document

- ADEME.** Enquête Installations de Traitement des Ordures Ménagères (ITOM) – Résultats 2008, mars 2010.
- ADEME.** La collecte des déchets par le service public en France - Synthèse année 2009.
- ADEME.** Bilan des connaissances et analyses des impacts sanitaires et environnementaux du compostage domestique - Synthèse principales conclusions et recommandations. 2009.
- ASTEE,** Groupe de travail de la Commission «Déchets et Propreté». Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une UIOM. 2003.
- Nedellec V. Barneaud A., ASTEE.** Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une installation de stockage de déchets ménagers et assimilés. 2005.
- Rapport d'étude du Dr Saint-Denis M.,** BIO-TOX, Synthèse des connaissances sur les impacts environnementaux et les risques sanitaires de l'incinération, de la méthanisation et des centres de stockage – Etude réalisée à la demande du SYCTOM de Paris, dans le cadre du débat public pour le projet de centre de valorisation biologique et énergétique des déchets à Ivry sur Seine. 2009. Disponible sur : <http://www.debatpublic-traitement-dechets-ivry.org/imgs/dossier-mo/bio-tox-synthese-des-connaissances-generales.pdf>

Dereumeaux C. Etat de l'art concernant l'évaluation de l'impact sanitaire et environnemental des filières de traitement des déchets ménagers et assimilés: quelles améliorations possibles ?. Mémoire de stage, Ecole des Hautes Etudes en Santé Publique. 2010. Disponible sur : <http://resources.ensp.fr/memoires/2010/igs/dereumeaux.pdf>

Renault C., Morice E., Delery L., Déportes I., ASTEE. Guide méthodologique pour l'évaluation du risque sanitaire de l'étude d'impact des installations de compostage soumises à autorisation. 2006.

Duchet M., Grosmann J.L., Lefebvre J. et al. Conception des centres de tri des déchets - Déchets ménagers et assimilés issus de la collecte sélective. ED 914. INRS. 2005.

INRS, Groupe de travail «Conception des usines d'incinération des ordures ménagères» - Conception des usines d'incinération des ordures ménagères - Préconisations à l'intention des maîtres d'ouvrage en vue de prévenir les risques pouvant porter atteinte à la sécurité et la santé au travail des personnels d'exploitation et de maintenance. ED 946. 2006.

INRS. Recommandation R437 de la CNAMTS - La collecte des déchets ménagers et assimilés. 2009.

IRSN (Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire), Baromètre 2008, La perception des risques et de la sécurité par les Français – Résultats d'ensemble, Rapport IRSN-DSDRE (Direction de la stratégie, du développement et des relations extérieures) n° 14, Juin 2008.

Zdanevitch I. INERIS. Les conditions de travail dans les installations de compostage et de méthanisation – intervention lors du colloque ADEME «Prévention et gestion des déchets dans les territoires». 2011.

Autres ressources consultées sur Internet

ADEME. Les déchets en France, chiffres clés. 2009 » : <http://www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=-1&cid=96&m=3&catid=12549>.

ADEME. Fiche pratique. Les études épidémiologiques : <http://www2.ademe.fr/servlet/getBin?name=D03F47BE5F6EADFB5B0F0AAE99C3142E1159449707843>

ADEME, CAREPS. Etude bibliographique sur l'évaluation des risques liés aux bioaérosols générés par le compostage des déchets : http://www1.environnement.gouv.fr/article.php3?id_article=2683

Assurance maladie, Risque AT 2008 : statistiques "technologiques" du CTNC C par numéros de risques. Direction des risques professionnels. 2009 : http://www.risques-professionnels.ameli.fr/atmp_media/RISQUE_AT_2008_S TATS_CTNC_C_PAR_NUMEROS_DE_RISQUES.pdf

DEFRA (Department for Environment, Food and Rural Affairs) : <http://www.defra.gov.uk>

Ecole nationale de la santé publique (ENSP). Rapport d'étude - Eléments pour la prise en compte des effets des unités de compostage de déchets sur la santé des populations riveraines. 2002: http://www.sante.gouv.fr/htm/dossiers/etud_impact/ensp1_ei52.pdf

INPES (Institut national de prévention et d'éducation pour la Santé) : <http://www.inpes.fr>

IRSN. Fondements et limites de l'épidémiologie. Présentation SFRP Angers, 2009 : http://www.sfrp.asso.fr/IMG/pdf/T7-A._Biau-K._Leuraud.pdf

Annexe 2

Repères en épidémiologie

D'une manière générale, les études épidémiologiques visent à étudier les facteurs qui influencent la fréquence ou la distribution de maladies et d'autres phénomènes de santé dans les populations qui y sont exposées. Leur objectif est de tenter d'établir une association entre les effets néfastes sur la santé de certaines substances et leurs origines.

On distingue différents types d'études épidémiologiques dont les résultats n'ont pas la même portée.

Panorama des études épidémiologiques

Les études descriptives

Elles visent à décrire l'état sanitaire d'une population en quantifiant l'importance des problèmes de santé. Elles mesurent l'évolution (incidence*) d'une pathologie dans une population sur une période donnée (incidence) ou de sa fréquence dans une population à un moment donné (prévalence*).

Les études écologiques

Elles utilisent des données agrégées au niveau d'une population (par exemple le nombre de décès). Leur objectif est de déterminer les variations de fréquence d'une maladie dans l'espace (étude géographique) ou dans le temps (étude temporelle) et de mettre en correspondance ces variations avec des facteurs environnementaux.

L'étude par série chronologique consiste à suivre, en un

même lieu (une ville par exemple), l'évolution du niveau d'exposition à un facteur (les polluants atmosphériques), et à la mettre en relation avec l'évolution du nombre de nouveaux cas d'un événement de santé. Elle ne permet de s'intéresser qu'aux effets à court terme de l'exposition (quelques jours ou semaines) et n'est utilisable que lorsqu'un enregistrement journalier des « cas » est disponible (admissions hospitalières par exemple).

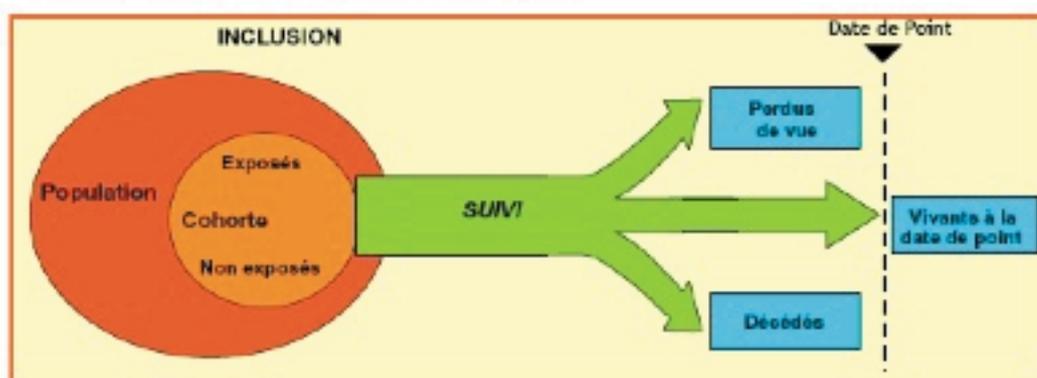
Les études analytiques

Elles ont pour but de rechercher les causes des problèmes de santé et d'analyser le rôle des facteurs susceptibles d'influencer l'incidence de ces problèmes. Elles visent à comparer des individus exposés, dont certains sont atteints de la pathologie que l'on souhaite étudier, à d'autres qui ne le sont pas. Ces comparaisons reposent sur l'analyse de la relation entre l'exposition et la pathologie sous forme d'un risque relatif (RR) ou d'un odds ratio (OR). On distingue :

Les études « exposé/non exposé » (ou études de cohorte) :

Le principe est de comparer l'incidence d'une pathologie entre un groupe d'individus exposés et un groupe d'individus non exposés. Les groupes sont constitués en fonction de l'exposition et on cherche à tester l'hypothèse d'association avec la survenue de la maladie. Elles peuvent être soit prospectives, c'est-à-dire que l'on mesure la survenue d'un événement dans un futur plus ou moins proche chez des sujets exposés ou non au facteur de risque, soit rétrospectives, c'est-à-dire que le recueil des informations se fait a posteriori. La date de point correspond à l'instant « t » où l'on décide d'arrêter de suivre la cohorte pour mener l'analyse statistique.

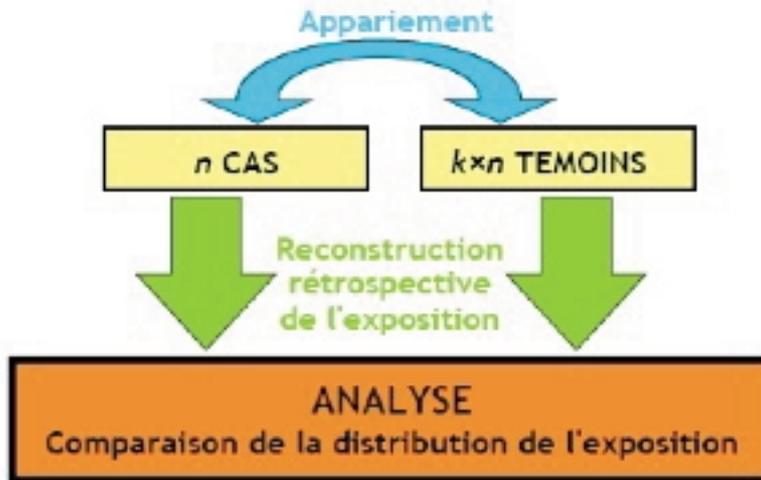
■ Protocole d'une étude de cohorte



Source : IRSN

Les études cas-témoins :

Elles permettent de comparer la fréquence de l'exposition chez les individus atteints d'une pathologie (cas) à celle chez des individus non atteints (témoins), après appariement. L'appariement consiste à sélectionner les sujets témoins en fonction de leurs similitudes avec les cas selon un ou plusieurs facteurs (âge, sexe...). En réalisant l'appariement, on s'assure donc que l'un des facteurs ne joue pas de rôle dans les faits étudiés. Ce type d'étude est souvent rétrospectif, c'est-à-dire que l'étude porte sur une maladie provenant d'une exposition passée au facteur de risque.



Source : IRSN.

Mesures du risque

La mesure du risque s'exprime principalement :

- Par le *risque relatif (RR)* : c'est le risque de survenue d'une maladie donnée parmi les individus exposés à un facteur donné, divisé par le risque correspondant parmi les individus non exposés.
- Par l'*odds-ratio (OR) (ou rapport de cotes)* : c'est une mesure d'effet relatif calculée comme un rapport « d'odds ». Un « odd » (ou cote) est le rapport de deux probabilités complémentaires : la probabilité P de survenue d'un évènement («risque») divisée par la probabilité (1-P) que cet évènement ne survienne pas («non risque », c'est-à-dire survie sans l'évènement).

	Cas	Témoins
Facteur de risque présent	A	B
Facteur de risque absent	C	D

$$OR = \frac{A \times D}{B \times C}$$

Dans les enquêtes cas-témoins, puisque la population témoin ne renferme pas de malades, on ne peut pas définir de «taux d'évènements indésirables» et il est donc impossible de calculer un risque relatif dans ce cas. La relation entre le facteur et la maladie peut alors être exprimée par un odds-ratio.

L'interprétation du risque relatif (ou de l'odds-ratio) se fait de la façon suivante :

- RR = 1 : absence de relation entre le facteur de risque et la maladie
- RR > 1 : risque accru de maladie (facteur de risque)
- RR < 1 : risque réduit de maladie (facteur protecteur)

L'évaluation de l'exposition des populations à une substance chimique consiste à estimer les quantités (ou concentrations) de cette substance auxquelles sont exposées les personnes concernées. On dispose de méthodes pour évaluer l'exposition d'une personne à une substance donnée, par une voie d'exposition définie. La situation devient plus complexe lorsqu'il faut considérer l'exposition à une substance provenant de plusieurs sources ou par plusieurs voies d'exposition comme l'inhalation, l'ingestion, etc. De même la situation se complique lorsqu'il s'agit d'évaluer les risques résultant d'une exposition à plusieurs substances. De plus, certaines substances sont connues pour s'accumuler dans les organismes, et vont donc se concentrer peu à peu dans leurs tissus (phénomène de bioaccumulation).

La notion de biais en épidémiologie

Le biais désigne une erreur systématique dans l'estimation d'un paramètre (prévalence, odds ratio, risque relatif...). Il doit être distingué des fluctuations aléatoires d'échantillonnage qui représentent seulement un défaut de précision de l'estimation.

- **Le biais de sélection** affecte la constitution de l'échantillon d'enquête, c'est-à-dire le processus par lequel les sujets sont choisis au sein de la population.

- **Le biais de classement** désigne une erreur systématique de mesure de l'exposition ou de la maladie. Il conduit à mal classer les sujets en « malades / non malades » ou en « exposés / non exposés ».
- **Le biais de confusion** désigne une erreur systématique dans l'estimation d'une mesure d'association (odds ratio ou risque relatif) entre le facteur étudié et la maladie, du fait d'un défaut de prise en compte d'un facteur de confusion. Un facteur de confusion est un facteur lié à la fois à l'exposition et à la maladie étudiée.

La notion de causalité

La causalité (ou relation de cause à effet) en épidémiologie est un concept probabiliste : l'exposition à un « facteur de

risque» entraîne une augmentation de la fréquence de la pathologie concernée dans la population. Différents critères formalisés (critères de Hill) permettent d'estimer s'il existe ou non une relation de cause à effet entre exposition et risque de maladie (force de l'association, temporalité, relation dose-effet, etc.).

Pour la recherche de causalité, les épidémiologistes utilisent diverses méthodes. Celles-ci reposent sur l'observation de sujets à l'échelle individuelle, en comparant des personnes exposées et non exposées, malades et non malades, et prennent en compte les facteurs susceptibles de modifier la relation. De nombreux problèmes peuvent cependant rendre difficile cette recherche de causalité.

Conception-réalisation

MAJUSCULES - jm.bolle@free.fr - 04 78 53 87 14

Crédits photos

voir chaque photo

Impression

Vasti-XLPrint - St-Etienne

Imprimé sur papier CyclusPrint, 100% recyclé

Avril 2012

AMORCE - 7, rue du Lac

69422 Lyon - Cedex 03

Tél. : 04 72 74 09 77

Fax : 04 72 74 03 32

amorce@amorce.asso.fr

www.amorce.asso.fr

AMORCE est l'association nationale des collectivités territoriales et des professionnels pour une gestion locale des déchets et de l'énergie. Nous représentons près de 500 grandes collectivités (communes, intercommunalités, départements, régions) rassemblant plus de 60 millions d'habitants, ainsi que plus de 200 grandes entreprises, fédérations professionnelles et associations. Créée en 1987, AMORCE est devenue en 25 ans la principale association spécialisée de collectivités et d'entreprises françaises, toutes thématiques confondues, et un formidable réseau d'échange d'expériences et de partage des meilleures pratiques.

Les deux domaines d'action d'AMORCE sont :

- La gestion territoriale des déchets
- La gestion territoriale de l'énergie et des réseaux de chaleur et le développement des énergies renouvelables

Dans ces domaines, AMORCE intervient sur tous les aspects qui guident les choix des collectivités territoriales :

- La technique
- L'impact sur l'environnement
- La réglementation
- L'économie (coûts, financements, fiscalité)
- Les modes de gestion, les marchés
- L'organisation entre les structures et les différents niveaux de collectivités
- Les politiques aux niveaux européen, national, territorial
- L'information, la concertation, le débat public

Les objectifs d'AMORCE :

- Organiser l'échange des connaissances et des expériences entre les membres de l'association, afin que chacun dispose des informations les plus récentes et les plus pertinentes pour gérer au mieux les déchets et l'énergie sur son territoire.
- Défendre les positions des collectivités locales en matière d'énergie, de réseaux de chaleur et de déchets.
- Proposer aux décideurs nationaux et européens des réformes qui améliorent les conditions économiques et juridiques de gestion de ces problématiques par les collectivités.

Notre représentativité et notre compétence sont reconnues aussi bien dans le domaine des déchets que de l'énergie. L'action d'AMORCE se situe à l'échelle locale, dans un cadre national et, de plus en plus, au niveau européen.

AMORCE

7, rue du Lac - 69422 Lyon - Cedex 03

Tél. : 04 72 74 09 77 - Fax : 04 72 74 03 32

amorcer@amorcer.asso.fr

www.amorcer.asso.fr

ISBN 978-2-9534-6856-4



9 782953 468564

Prix : 30 euros