

Le traitement des déchets ménagers et assimilés en Ile-de-France

Considérations environnementales et sanitaires

Cette étude a été réalisée à l'ORS d'Ile-de-France par
Marion SAINT-OUEN, Jean-Philippe CAMARD, Sabine HOST, chargés d'études à l'ORS
Sous la direction d'Isabelle GREMY, directrice
Système d'information géographique : Simon CARRAGE, chargé d'études à l'IAURIF

Citation recommandée : Saint-Ouen M., Camard JP., Host S., Grémy I., Carrage S., Le traitement des déchets ménagers et assimilés en Ile-de-France : Considérations environnementales et sanitaires. Rapport ORS Ile-de-France, juillet 2007, 210 p.

L'ORS Ile-de-France est subventionné par l'État
(Préfecture de région d'Ile-de-France et Direction régionale des affaires sanitaires et sociales)
et par le Conseil régional d'Ile-de-France

Sommaire

LISTE DES FIGURES	5
LISTE DES TABLEAUX	6
INTRODUCTION	9
GENERALITES	13
LA GESTION DES DECHETS EN FRANCE.....	15
TYPOLOGIE DES DECHETS.....	20
LA PRODUCTION DE DECHETS EN ILE-DE-FRANCE.....	25
LA GESTION DES DECHETS	29
LE PARC DES INSTALLATIONS DE TRAITEMENT FRANCILIENNES.....	39
LES REJETS DES INSTALLATIONS.....	43
LES REJETS DES INCINERATEURS.....	45
LES REJETS DES CENTRES DE STOCKAGE.....	53
LES REJETS DES PLATE-FORMES DE COMPOSTAGE	61
LES REJETS DES PLATE-FORMES DE METHANISATION	69
LES REJETS DES CENTRES DE TRI.....	73
BILAN	79
IDENTIFICATION DES DANGERS	81
GENERALITES	83
LES DANGERS ASSOCIES AUX DIFFERENTES SUBSTANCES REJETEES	85
LES NUISANCES	95
LES POPULATIONS SENSIBLES.....	100
LES SUBSTANCES TRACEURS DE RISQUES SANITAIRES RETENUES <i>A MINIMA</i> DANS LES ETUDES D'IMPACT.....	101
EXPOSITION DES POPULATIONS	103
CONNAISSANCE DE L'EXPOSITION DES POPULATIONS.....	105
CONTRIBUTION DES INSTALLATIONS DE TRAITEMENT DES DECHETS A LA CONTAMINATION DES DIFFERENTS COMPARTIMENTS ENVIRONNEMENTAUX.....	107
INDICATEURS BIOLOGIQUES D'EXPOSITION	127
CONTRIBUTION AUX NUISANCES.....	131

REVUE DES ETUDES EPIDEMIOLOGIQUES	133
PREAMBULE.....	135
ETUDES EPIDEMIOLOGIQUES MENEES AUTOUR DES INCINERATEURS	137
ETUDES EPIDEMIOLOGIQUES MENEES AUTOUR DES CENTRES DE STOCKAGE	141
ETUDES EPIDEMIOLOGIQUES LIEES AUX INSTALLATIONS DE COMPOSTAGE	142
ETUDES EPIDEMIOLOGIQUES MENEES AUTOUR DES AUTRES INSTALLATIONS	144
CONCLUSIONS.....	145
PERSPECTIVES.....	149
REFERENCES	155
ANNEXES.....	177
GLOSSAIRE	207

Liste des figures

Figure 1. La composition des déchets ménagers et assimilés en zone urbaine	24
Figure 2. La composition des déchets industriels spéciaux en Ile-de-France.....	26
Figure 3. Tonnages de déchets collectés en déchetterie en 2004	28
Figure 4. Les filières de traitement des déchets ménagers et assimilés en France	36
Figure 5. Les filières de traitement des déchets dangereux en France	37
Figure 6. La répartition des modes de traitement des déchets ménagers et assimilés en 2004	38
Figure 7. La technologie d'incinération du four à grille.....	46
Figure 8. Les étapes anaérobies du stockage de déchets ménagers.....	52
Figure 9. Schéma de principe d'un casier de centre de stockage de déchets ménagers et assimilés en fin d'exploitation	54
Figure 10. Evolution des gaz produits au cours de la vie d'un centre de stockage de déchets ménagers et assimilés	56
Figure 11. Les étapes du compostage des déchets	60
Figure 12. Evolution de la température au cours du compostage.....	60
Figure 13. Les paramètres importants lors du compostage	62
Figure 14. Aménagement typique d'un centre de compostage en andains à l'air libre.....	62
Figure 15. Conception d'un centre de tri : schéma général.....	74
Figure 16. Pénétration des particules dans l'organisme	86
Figure 17. Synthèse de l'enquête sur l'imprégnation des enfants menée autour du quartier de la Poudrette.....	122
Figure 18. Les différents apports en éléments métalliques dans les sols franciliens.....	124
Figure 19. Communiqué de presse sur le lancement de la campagne d'imprégnation sur les dioxines	128

Liste des tableaux

Tableau 1. Les enjeux sanitaires associés à la gestion des déchets selon le guide méthodologique de l'ADEME concernant la réalisation du rapport environnemental	18
Tableau 2. Rubriques de quelques installations classées pour la protection de l'environnement de la filière du traitement des déchets	18
Tableau 3. Les déchets concernés par les plans d'élimination des déchets ménagers et assimilés	22
Tableau 4. Les déchets toxiques en quantités dispersées produits par quelques secteurs d'activités....	22
Tableau 5. Quelques données de cadrage de la région Ile-de-France en 2004.....	24
Tableau 6. Les déchets produits en Ile-de-France en 2004	24
Tableau 7. La composition des déchets toxiques en quantités dispersées, comparaison de deux études	26
Tableau 8. La collecte sélective en Ile-de-France : tonnage et composition en 2004	28
Tableau 9. Le nombre de déchetteries en Ile-de-France en 2004.....	28
Tableau 10. Le parc des installations de traitement des déchets ménagers et assimilés en Ile-de-France en septembre 2005.....	38
Tableau 11. Tonnages traités par installation en Ile-de-France en 2004	38
Tableau 13. Composition moyenne en métaux des mâchefers issus des usines d'incinération d'ordures ménagères.....	48
Tableau 14. Composition en métaux des résidus d'épuration des fumées d'incinération d'ordures ménagères.....	48
Tableau 15. Concentration moyenne des rejets en sortie de chambre de combustion (pas de traitement)	48
Tableau 16. Valeurs réglementaires de rejets atmosphériques pour les incinérateurs d'ordures ménagères.....	50
Tableau 17. La part des émissions des incinérateurs dans la pollution atmosphérique en Ile-de-France	50
Tableau 18. Concentrations relevées dans la littérature concernant le biogaz et les rejets des torchères	58
Tableau 19. Caractéristiques des composts selon les normes françaises NFU 44-051 et NFU 44-095	64
Tableau 20. Contribution de chaque type de déchets dans le nombre de coliformes trouvé dans les ordures ménagères.....	66
Tableau 21. Teneurs moyennes en éléments traces métalliques trouvées dans les composts et les digestats compostés	70
Tableau 22. Emissions atmosphériques attendues selon le type de matériau traité par un centre de tri	74
Tableau 23. Substances rejetées par les installations de traitement des déchets ménagers et nuisances	78
Tableau 24. Pouvoir de réchauffement global des principaux gaz à effet de serre	86

Tableau 25. Valeurs limites de qualité de l'air pour quelques polluants.....	86
Tableau 26. Les facteurs d'équivalent toxique PCDD/F et PCB selon l'OMS.....	88
Tableau 27. Les teneurs maximales autorisées en PCDD/F et PCB dans les denrées alimentaires.....	88
Tableau 28. Limites de qualité en COV et éléments métalliques des eaux destinées à la consommation humaine.....	90
Tableau 29. Liste non exhaustive des pathologies associées à quelques micro-organismes présents dans les ambiances des sites de traitement des déchets.....	92
Tableau 30. Relation dose-effets concernant une exposition par inhalation aux endotoxines.....	94
Tableau 31. Valeurs guides de concentrations en micro-organismes retrouvées dans la littérature.....	94
Tableau 32. Seuil de perception olfactive et de toxicité de quelques polluants odorants.....	96
Tableau 33. Valeurs guides de l'OMS pour le bruit ambiant.....	98
Tableau 34. Répartition de la population et des surfaces agricoles dans un rayon de 5 km des incinérateurs franciliens.....	106
Tableau 35. Résultats des mesures en métaux dans l'air après et avant la fermeture d'un incinérateur.....	106
Tableau 36. Résultats de la campagne de mesures en dioxines dans l'air ambiant francilien d'AIRPARIF.....	108
Tableau 37. Concentrations moyennes en PCDD/F dans l'air ambiant de quelques pays européens.	108
Tableau 38. Répartition de la population et des surfaces agricoles dans un rayon de 200 m et de 1 km autour des centres de stockage de déchets franciliens.....	108
Tableau 39. Part du stockage dans les émissions de gaz à effet de serre de la région.....	112
Tableau 40. Concentrations en métaux dans les ambiances de deux sites de stockage de déchets ménagers.....	112
Tableau 41. Concentrations en micro-organismes relevées sur les sites de stockage.....	112
Tableau 42. Concentrations en micro-organismes relevées sur les sites de compostage.....	112
Tableau 43. Répartition de la population et des surfaces agricoles dans un rayon de 200 m et de 500 m des plates-formes de compostage franciliennes.....	114
Tableau 44. Protection des captages en Ile-de-France : situation en février 2005.....	120
Tableau 45. Résultats des mesures en métaux dans les sols à proximité des incinérateurs.....	120
Tableau 46. Résultats de mesures en dioxines dans les sols à proximité des incinérateurs.....	120
Tableau 47. Résultats des sondages de sols sur le site de La Poudrette en Seine-Saint-Denis.....	122
Tableau 48. Flux annuel de métaux lourds attribué au compostage de déchets urbains par départements.....	124
Tableau 49. Résultats de mesures en dioxines dans les denrées alimentaires autour des incinérateurs franciliens.....	124
Tableau 50. Mesure de métaux dans les cheveux de riverains d'un incinérateur espagnol.....	126

Tableau 51. Indicateurs biologiques d'exposition aux dioxines aux alentours des incinérateurs : résultats de la littérature	126
Tableau 52. Activités génératrices de bruit sur les installations de traitement de déchets	130
Tableau 53. Normes d'émissions sonores pour les installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation	130
Tableau 54. Niveaux de bruit relevés sur trois sites de compostage anglais.....	130
Tableau 55. Liste des études en cours concernant les bio-aérosols.....	152

Introduction

Le cadre législatif et réglementaire de l'élimination des déchets ménagers et assimilés en France est issu de la loi du 15 juillet 1975 relative à l'élimination des déchets et à la récupération des matériaux, de la loi du 13 juillet 1992 relative à l'élimination des déchets et de la loi du 19 juillet 1976 relative aux installations classées pour la protection de l'environnement. La loi de 1992 pose les bases juridiques et les principes fondamentaux qui visent à une plus grande maîtrise des déchets en réduisant leur production, en les valorisant ou en les dirigeant vers les meilleures techniques de traitement, respectueuses de l'environnement. Elle a fixé en outre un objectif national : l'admission en centre d'enfouissement technique aux seuls déchets ultimes c'est-à-dire les déchets qui ne sont pas susceptibles d'être traités dans les conditions techniques et économiques du moment, à compter du 1^{er} juillet 2002.

Véritable déclencheur de l'action politique en matière de déchets, cette loi a contribué de manière importante à la mise en place de la collecte sélective en France. Aujourd'hui, plus de 9 habitants sur 10 sont desservis par une collecte sélective. De grands progrès ont été fait également en matière de maîtrise des traitements et de protection de l'environnement : diminution des rejets des incinérateurs, recensement et réhabilitation des décharges non autorisées, développement de nouveaux procédés de traitement... .

Des incidents survenus dans le passé ont révélé le fort intérêt des populations (et des médias) pour les questions d'ordre environnemental ou sanitaire¹. Les rejets de dioxines des incinérateurs ont concentré leur attention ces dernières années. Dans une étude menée en Vallée-de-Seine en 2006, 73% des habitants interrogés considèrent ainsi que les usines d'incinération présentent un risque pour la santé des populations riveraines plus important que les centrales nucléaires, les autoroutes ou encore les lignes à haute tension [SPI, 2006].

La perception du risque tient aux représentations que chaque individu se fait d'une situation en fonction de son expérience propre, des informations qui lui sont accessibles et qu'il est en mesure de traiter au vu de ses connaissances. On distingue ainsi le risque perçu et le risque réel. Dans le cas des installations de traitement des déchets, d'autres déterminants peuvent également orienter la perception du risque sanitaire du public : distance entre installation et le lieu d'habitation par exemple, degré de contrainte ressentie par la population, facteurs socio-économiques... [Forestier, 2004].

¹ Incinérateurs de Gilly-sur-Isère, de Besançon, de Poitiers... décharge de Montchanin pour ne citer que les cas les plus médiatisés.

Actuellement, le plan régional d'élimination des déchets ménagers et assimilés de la région Ile-de-France (PREDMA) est en cours d'élaboration. Dans ce cadre, un rapport environnemental doit être réalisé avec une prise en compte des considérations sanitaires du traitement des déchets. Ainsi, il est apparu important de faire une synthèse des connaissances disponibles actuellement sur le sujet.

Objectifs de l'étude et méthode

L'objectif de cette étude est de réunir les éléments d'informations disponibles afin de tenter de répondre aux interrogations suivantes :

- Quelles sont les substances émises par les différentes installations de traitement des déchets ménagers et assimilés ?
- Que sait-on aujourd'hui des effets sur la santé humaine de ces substances ?
- Enfin, en l'état actuel des connaissances, que peut-on conclure concernant les risques sanitaires encourus par les populations vivant à proximité des sites ? Quelle est la situation de la population francilienne au regard de ces risques ?

Les déchets concernés par cette étude sont les déchets ménagers et assimilés. Il ne sera pas fait état des risques associés à tous les autres déchets (déchets nucléaires, déchets industriels dangereux,...) qui n'entrent pas dans le champ d'étude du PREDMA. De la même façon, les installations étudiées sont les installations collectives de traitement accueillant ces déchets pouvant avoir un impact potentiel sur la santé des riverains : centres de tri, incinérateurs, centres de stockage, plate-formes de compostage et de méthanisation. Les activités en amont de ces installations (collecte, transport et regroupement), dont l'impact sanitaire relève principalement d'une exposition professionnelle, ne seront pas abordés dans cette enquête. Enfin, les risques évoqués sont ceux pouvant intervenir dans le cas d'un fonctionnement normal des installations ; les risques imputables à la présence de procédés ou de produits dangereux susceptibles de provoquer un accident entraînant des conséquences graves et immédiates pour les riverains, les biens ou l'environnement sont exclus du champ de notre enquête. Ils rejoignent en effet la problématique des risques technologiques qui concerne l'ensemble des activités industrielles.

Après quelques généralités sur le traitement des déchets en France et la description des filières existantes, un état des lieux sera dressé concernant les déchets produits et les installations de traitement des déchets ménagers et assimilés en Ile-de-France.

Un inventaire des principales substances émises par chaque procédé de traitement sera ensuite réalisé ainsi que l'identification des dangers et des voies d'exposition des populations riveraines des sites.

Enfin, il sera tenté dans une dernière partie, d'évaluer l'exposition de la population francilienne à partir des données disponibles, issues des différentes études menées sur le sujet à l'heure actuelle. Il s'agira principalement dans cette partie d'évaluer la contribution des rejets des installations franciliennes existantes à la pollution des différents compartiments environnementaux, d'identifier les différents types de populations exposées aux rejets en fonction de leur activité près du site ou de leur âge, et d'étudier les aménagements près du site pouvant induire des usages sensibles ("à risque"). La revue des études épidémiologiques menées en France et à l'étranger permettra de recenser les éventuels effets sanitaires encourus par ces populations

La gestion des déchets en France

La gestion des déchets regroupe l'ensemble des opérations et des moyens mis en œuvre pour éliminer les déchets, y compris la surveillance de ces opérations et celle des sites de traitement après fermeture. La politique de gestion des déchets s'articule, en France, autour de deux lois cadres : la loi modifiée du 15 juillet 1975 relative à l'élimination des déchets et à la récupération des matériaux et la loi du 19 juillet 1976 modifiée relative aux installations classées pour la protection de l'environnement.

Loi du 15 juillet 1975, relative à l'élimination des déchets et à la récupération des matériaux

La loi modifiée n° 75-633 du 15 juillet 1975 relative à l'élimination des déchets et à la récupération des matériaux est le texte législatif de référence. Au sens de cette loi, est considéré comme déchet : "tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit ou plus généralement tout bien meuble abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon". Cette loi a introduit le principe de "pollueur-payeur" : les producteurs, importateurs et distributeurs de produits doivent contribuer à l'élimination des déchets qu'ils génèrent. Elle a défini les compétences des communes ou de leurs groupements en leur attribuant l'élimination des déchets des ménages ainsi que tous "les autres déchets qu'elles peuvent, eu égard à leurs caractéristiques et aux quantités produites, collecter et traiter sans sujétion technique particulière". Enfin, elle a inscrit la volonté de favoriser la récupération des éléments ou matériaux réutilisables à travers des dispositions réglementaires particulières.

Apport de la loi du 13 juillet 1992 relative à l'élimination des déchets

Cette loi précise et complète la loi de 1975 et pose quatre grands principes :

- La prévention de la production des déchets à la source et la réduction de leur nocivité ;
- L'organisation du transport des déchets et sa limitation en distance et en volume ;
- La valorisation par réemploi ou recyclage ou toute autre opération permettant de récupérer de la matière ou de l'énergie ;
- L'information du public, notamment information sur les effets pour l'environnement et la santé publique des opérations de production et d'élimination des déchets, et sur les mesures destinées à prévenir ou compenser les effets préjudiciables de ces opérations (création des Commissions locales d'information et de surveillance, CLIS).

Elle fixe également un objectif pour les différents acteurs : l'admission en centre d'enfouissement technique aux seuls déchets ultimes, à compter du 1^{er} juillet 2002. Enfin, même si le principe de la planification de l'élimination des déchets avait été posé en 1975, la loi de 1992 en a précisé les modalités de réalisation et le contenu.

Les plans d'élimination des déchets

Les plans d'élimination des déchets ont pour but premier de prévenir l'augmentation de la production de déchets et de maîtriser les coûts liés à leur traitement. Ils doivent contenir :

- Un inventaire prospectif à 10 ans des quantités de déchets à traiter selon leur nature, composition et origine ;
- Des objectifs en matière de collecte, de valorisation et de stockage ;
- Un recensement des capacités actuelles de traitement et une analyse de leur adéquation avec les objectifs fixés ;
- La mention des installations qu'il apparaît nécessaire de créer afin de permettre d'atteindre les objectifs évoqués ci-dessus.

Leur révision est prévue au plus tard 10 ans après leur approbation.

Les plans d'élimination des déchets ménagers et assimilés

Ces plans couvrent les déchets ménagers ainsi que tous les déchets, qui, par leur nature peuvent être traités dans les mêmes conditions que les déchets ménagers. La première génération de plans, prônant un recours trop important à l'incinération, la circulaire du 28 avril 1998 (dite circulaire Voynet) relative à la mise en œuvre et l'évolution des plans départementaux d'élimination des déchets ménagers et assimilés précise certains éléments de la loi de 1992 et lève certaines ambiguïtés :

- Les plans départementaux doivent prendre en compte les déchets ménagers, les déchets occasionnels, les boues d'épurations communales, les déchets industriels banals ;
- Elle hiérarchise les modes de traitement : la priorité doit aller à la réduction des déchets à la source puis à la valorisation matière (recyclage) plutôt qu'à la valorisation énergétique (incinération) ;
- Enfin, elle redonne un nouvel objectif national à prendre en compte lors de la révision des plans : la valorisation matière de 50% du gisement d'emballages ménagers, d'encombrants et de déchets fermentescibles.

En Ile-de-France, les plans départementaux ont été élaborés à partir de 1997. La révision de ces plans, dans le but de respecter les objectifs réglementaires de valorisation, se trouve aujourd'hui à des stades d'évolution divers². Avec la loi n° 2004-809 du 13 août 2004 relative aux libertés et responsabilités locales, les plans départementaux d'élimination sont désormais sous l'autorité du président du Conseil régional³. La réalisation du Plan régional d'élimination des déchets ménagers (PREDMA) est prévue pour 2009.

Les plans d'éliminations des déchets industriels spéciaux

Les Plans régionaux d'élimination des déchets dangereux (PREDIS), fixent les orientations et les conditions d'exercice des activités de gestion des déchets dangereux. Les déchets d'activités de soins bien qu'inscrits dans cette classification peuvent faire l'objet d'un plan spécifique (PREDAS).

En Ile-de-France, PREDIS et PREDAS ont été approuvés en 1996. Avec la loi du 28 février 2002 dite " démocratie de proximité ", ces plans sont désormais sous l'autorité du Président du Conseil régional⁴. Leur mise à jour est prévue pour cette année. Du fait de son champ d'application (l'ensemble des déchets dangereux), le PREDIS est renommé Plan régional d'élimination des déchets dangereux (PREDD).

L'évaluation environnementale des plans d'élimination

La directive du 27 juin 2001 relative à l'évaluation des incidences de certains plans et programmes sur l'environnement a été transposée en droit français par l'ordonnance du 3 juin 2004 et par deux décrets du 27 mai 2005. Elle prévoit l'élaboration d'un rapport environnemental par l'autorité en charge de l'élaboration ou de la révision d'un plan, en consultation avec les services de l'Etat compétents en la matière. Ce rapport doit être diffusé au public lors de sa consultation sur le projet de plan.

Le rapport environnemental doit contenir une évaluation des impacts environnementaux de toutes les opérations mises en œuvre à travers les plans sur la qualité des milieux (air, eau, sol), les ressources naturelles (matières premières, ressources énergétiques), les sites et paysages (biodiversité, faune, flore)... Il doit comporter également un volet sanitaire.

² Au 31 juillet 2006, seul le plan révisé du Val-d'Oise n'a pas été approuvé .

³ Auparavant, l'élaboration du plan était de la responsabilité du Préfet de département ou du Président du conseil général du département.

⁴ Auparavant, ils étaient sous la responsabilité du Préfet de région.

Tableau 1. Les enjeux sanitaires associés à la gestion des déchets selon le guide méthodologique de l'ADEME concernant la réalisation du rapport environnemental

Activité	Enjeux sanitaires	Populations concernées	
		Pr.*	Ri.*
Collecte	- Respiration de poussières organiques	×	
	- Manipulation de déchets dangereux en mélange	×	
	- Nuisances spécifiques au trafic routier : encombrement, insécurité routière, nuisances sonores	×	×
Tri	- Respiration de poussières organiques	×	
	- Manipulation de déchets dangereux en mélange	×	
	- Nuisances spécifiques liées au trafic routier : encombrement, insécurité routière, nuisances sonores	×	×
	- Nuisances sonores	×	×
Incinération	- Composition des rejets gazeux canalisés : SO _x , NO _x , gaz à effet de serre, COV, dioxines et furannes, métaux sous forme particulaire,...		×
	- Nuisances sonores	×	×
Biologiques	- Envol de poussières organiques, bio-aérosols	×	×
	- Composition des rejets gazeux diffus : CH ₄ , CO ₂	×	×
	- Composition du compost : métaux lourds, microorganismes	×	×
	- Nuisances olfactives	×	×
Stockage	- Composition des rejets gazeux canalisés : biogaz, gaz de combustion du biogaz		×
	- Composition des rejets gazeux diffus : biogaz	×	×
	- Composition des lixiviats : sels, métaux lourds		×
	- Nuisances liées à la circulation de véhicules sur le site : envol de poussières principalement	×	×
	- Nuisances sonores et olfactives	×	×

Source : [ADEME, 2006]

* Pr : Professionnels

Ri : Riverains

Tableau 2. Rubriques de quelques installations classées pour la protection de l'environnement de la filière du traitement des déchets

Rubrique	Intitulé	Régime
98bis	Activité de stockage et de triage de matières combustibles → en fonction de l'éloignement d'un tiers et de la surface du dépôt	D ou A
128	Activité de stockage et de triage de chiffons usagés ou souillés Q > à 50 t	A
167	Déchets industriels provenant d'installations classées	
	A Station de transit	A
	B Décharge	A
C	Traitement ou incinération	A
286	Activité de stockage et de récupération de métaux S > à 50 m ²	A
322	Ordures ménagères et autres résidus urbains	
	A Station de transit	A
	B1 Broyage	A
	B2 Décharge	A
	B3 Compostage	A
B4	Incinération	A
329	Activité de stockage de papiers usés ou souillés Q > à 50t	A
2170	Compostage des matières organiques d'origine animale ou végétale 1 ≤ Q < à 10 t/j	D
	Q ≥ à 10 t/j	A
2710	Déchetterie 100m ² < S ≤ à 3500 m ²	D
	S > à 3500 m ²	A

 Source : site de l'INERIS disponible sous le lien <http://aida.ineris.fr/>

Q : quantité

S : surface

A : autorisation

D : déclaration

En matière de plan d'élimination des déchets, un guide méthodologique a été publié par l'ADEME⁵ en août 2006 concernant la réalisation du rapport environnemental [ADEME, 2006]. Les principaux enjeux sanitaires pour les professionnels de la filière déchets et les riverains des installations y sont rappelés (Tableau 1).

Loi du 19 juillet 1976 relative aux installations classées pour la protection de l'environnement

La loi modifiée n° 76-683 du 19 juillet 1976 relative aux Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) fixe le cadre légal de l'exercice d'activités industrielles et soumet à la surveillance de l'autorité publique les installations qui représentent un danger ou des inconvénients pour l'environnement et pour l'homme.

Les activités concernées sont définies par une nomenclature qui les classe sous deux régimes en fonction de la gravité des dangers ou inconvénients qu'elles peuvent présenter.

- Régime de déclaration : l'exploitant doit déclarer son activité auprès du préfet ;
- Régime d'autorisation : l'exploitant doit soumettre un dossier de demande d'autorisation et l'autorisation est délivrée par le préfet après instruction des services administratifs, enquête publique et passage devant le Conseil départemental de l'environnement et des risques sanitaires et technologiques (CODERST). Le dossier de demande comporte notamment une étude d'impact qui, à partir d'une analyse de l'état initial du site et de son environnement, analyse les effets de l'installation et détermine les mesures envisagées pour les supprimer ou les limiter⁶. Aux termes de l'article 19 de la loi sur l'air du 30 décembre 1996, doivent désormais être également étudiés et présentés dans l'étude d'impact, les effets du projet sur la santé humaine.

Dans le domaine du traitement des déchets, la majorité des installations sont soumises aux dispositions de la loi sur les ICPE, les principales rubriques de la nomenclature ICPE pour la "filiale déchets" sont données en Tableau 2.

⁵ Se référer à l'Annexe 1 pour une description des différents organismes institutionnels possédant des missions en matière d'environnement et de déchets.

⁶ Les effets pris en compte sont classiquement répartis en huit rubriques : insertion paysagère, effets sur la faune et la flore, bruit, odeurs, troubles de la circulation routière, pollution de l'eau, pollution de l'air, pollution des sols.

Le code de l'environnement

Désormais, la gestion des déchets est régie essentiellement par le Code de l'Environnement (LIVRE V -TITRE I - Installations Classées pour la Protection de l'Environnement et TITRE IV Déchets).

Chaque producteur de déchets, qu'il s'agisse d'une collectivité locale ou d'un industriel est responsable devant la loi de ses déchets, et dans les conditions dans lesquelles ils sont collectés, transportés, éliminés ou recyclés.

Le TITRE IV du LIVRE V du Code de l'Environnement mentionne cinq objectifs principaux pour atteindre les objectifs de protection de l'environnement recherchés :

- **la Réduction** de la production et de la nocivité des déchets, notamment en agissant sur la fabrication et la distribution des produits (c'est le principe des *technologies propres*),
- **l' Organisation** du transport des déchets et la limitation en distance et en volume : (c'est le principe de *proximité*),
- **la Valorisation** des déchets par réemploi, recyclage ou toute autre action visant à obtenir à partir des déchets, des matériaux réutilisables ou de l'énergie,
- **l' Elimination** des déchets (modalités, Plans d'élimination des déchets),
- **l'Information du Public** sur les effets pour l'environnement et la santé publique des opérations de production et d'élimination des déchets.

Typologie des déchets

L'identification des déchets s'effectue en France à l'aide d'une nomenclature issue du Catalogue européen des déchets (décret n°2002-540 du 18 avril 2002 relatif à la classification des déchets). Chaque déchet y est désigné par un code à 6 chiffres comprenant sa catégorie d'origine, son regroupement intermédiaire et sa désignation.

Les déchets peuvent être également regroupés en fonction de leur origine ou de leur toxicité.

Les déchets non dangereux

D'une manière générale, les déchets non dangereux sont ceux qui ne présentent aucune des caractéristiques relatives à la dangerosité (toxique, explosif, corrosif...). Ce sont :

- Les déchets des ménages (ordures ménagères à proprement parlé, encombrants).

- Les déchets issus des activités économiques assimilables aux déchets ménagers : ce sont les déchets issus de l'artisanat, des commerces, des bureaux et petites industries ou d'établissements collectifs (éducatifs, socioculturels, militaires, pénitentiaires, hospitaliers, ...) et utilisant les mêmes circuits d'élimination que les déchets des ménages. Concernant ces déchets, la loi prévoit leur prise en charge par les services communaux à condition qu'ils n'entraînent pas de sujétions techniques particulières par rapport aux déchets ménagers. Dans ces conditions, les communes peuvent fixer les limites du service d'enlèvement des déchets banals de l'industrie, du commerce et de l'artisanat liées notamment aux quantités produites.

Il s'agit également de l'ensemble des déchets produits par les entreprises industrielles, commerciales et artisanales et dont l'élimination incombe légalement à l'entreprise. Ces déchets peuvent être de natures très diverses. Ce sont :

- les déchets inertes : ils ne subissent aucune modification physique, chimique ou biologique importante en cas de stockage. Ils sont constitués, pour la presque totalité, par des déblais et gravats de démolition ainsi que par les résidus minéraux provenant des industries d'extraction et des industries de fabrication de matériaux de construction,
 - les déchets industriels banals (DIB) constitués de papiers, cartons, plastiques, bois, métaux, verres, matières organiques, végétales ou animales. Ils résultent, soit de l'utilisation d'emballages, soit de rebuts ou chutes de fabrication.
-
- Les déchets du nettoyage : ce sont les déchets résultant de l'entretien du domaine public.
 - Les déchets des espaces verts publics : ce sont les déchets végétaux liés à l'entretien des espaces verts.
 - Les déchets de l'assainissement public : ces déchets proviennent du curage des réseaux d'assainissement ou du traitement des eaux usées collectées.
 - Les déchets d'activités de soins⁷ assimilables aux ordures ménagères : ce sont les déchets de restauration, d'entretien des espaces verts, des services administratifs, ...
 - Les déchets provenant de l'agriculture, de la sylviculture et de l'élevage. Beaucoup de ces déchets sont liquides et à ce titre, peuvent être généralement considérés comme des effluents. Certains d'entre eux sont utilisés sur place en raison de leur richesse en matières organiques. Dans cette catégorie, nous pouvons citer les déjections d'élevage, les déchets des cultures et de la forêt.

⁷ On désigne sous ce terme les déchets venant des hôpitaux et cliniques, mais aussi de divers établissements de soins tels que maisons de retraite, dispensaires, services vétérinaires...

Tableau 3. Les déchets concernés par les plans d'élimination des déchets ménagers et assimilés

DECHETS MENAGERS ET ASSIMILES				
DECHETS DE LA COLLECTIVITE <i>Art L 2224-14 du CGCT</i>	DECHETS DES MENAGES <i>Art. 12 Loi du 15/07/75, Art. L 2224-13 du CGCT</i>		DECHETS ASSIMILES	
	Déchets occasionnels des ménages :	ORDURES MENAGERES (sens habituel)		Déchets des entreprises et des administrations non collectés par le service public :
		<ul style="list-style-type: none"> - Déchets des espaces verts publics : - Foires et marchés, - Nettoyement et voirie - Boues d'épuration urbaines, - Boues de curage, graisses 	<ul style="list-style-type: none"> - Encombrants, - Jardinage, - Bricolage, - Assainissement individuel, - Déchets liés à l'usage de l'automobile - Huiles usagées 	
<ul style="list-style-type: none"> - Emballages, - Journaux magazines, - DTDQ (DMS) - FFOM. 				Déchets banals des entreprises et des administrations, collectés en mélange par le service public.
DECHETS MUNICIPAUX				Source : [Conseil économique et social d'Ile-de-France, 2001]

Tableau 4. Les déchets toxiques en quantités dispersées produits par quelques secteurs d'activités

Secteur	Activité	Type de déchet généré
PME/PMI	Maçonnerie, plomberie-chauffage, menuiserie, serrurerie	Résidus de peinture, vernis, colle sur des matériaux, solvants, huiles de décoffrage...
	Peinture	Solvants contenus dans les peintures, vernis, diluants, colles, cires, produits de dégraissage, de nettoyage de matériaux... Eaux de lessivages et de rinçage contenant des détergents, des résidus de peinture, de résine... Poussières de décapage et ponçage...
	Imprimerie-sérigraphie	Cartouches de toner pour imprimantes, bains de traitement ...
	Scieurs et entreprises du travail du bois, ameublement	Résidus de peinture, de vernis, de traitement du bois...
	Traitement des métaux	Bains, solvants, cendres Résidus de décapage
	Entreprises de nettoyage à sec	Boues de perchloréthylène
	Mécanique, carrosserie et démolition automobile (garage)	Batteries usagées, Résidus de peinture Filtres à huiles, huiles usagées, liquide de refroidissement et de freins usagés, solvants de dégraissage ou de nettoyage souillés...
	Photographie	Bains photographiques
	Horlogers, bijoutiers, joailliers, ...	Solvants, piles
	Salon de coiffure	Eaux de rinçage des shampoings
Entreprises de nettoyage	Produits de nettoyage	
Activité de soins	Laboratoires d'analyse	Produits chimiques de laboratoire Radiographies médicales
	Professions libérales	Seringues, médicaments, compresses souillées,...
Agriculture	Agriculture et distribution de produits phytosanitaires	Produits phytosanitaires périmés Emballages vides des produits phytosanitaires

Source : site de l'ADEME

Les déchets dangereux

Les déchets dangereux sont tous les déchets présentant au moins l'une des propriétés de danger (toxique, comburant, inflammable...) énumérées à l'annexe 1 du décret du 18 avril 2002 (Cf. Annexe 2). Ils sont signalés par un astérisque * dans la nomenclature des déchets.

Il s'agit :

- Des déchets industriels spéciaux (DIS).
- Des déchets de soins à risque infectieux (DASRI) : ce sont les déchets coupants, piquants, tranchants, les pansements, les pièces anatomiques, ...
- Des déchets de soins à risque autre qu'infectieux (DAS) : réactifs de laboratoire, détergents, thermomètres à mercure, amalgame dentaire, ...
- Des déchets ménagers tels que les emballages non totalement vides de gaz sous pression, les produits d'entretien et de bricolage (peintures, solvants ...), de jardinage (produits phytosanitaires ...), les déchets de soin (seringues...), les huiles de vidange, certaines piles, accumulateurs, lampes fluorescentes, thermomètres contenant des métaux lourds, voire des déchets encombrants (réfrigérateurs ou congélateurs avec CFC).

Si les déchets dangereux proviennent en grande majorité du secteur industriel, les ménages, les PME-PMI, les artisans, les établissements de soins, les exploitations agricoles, ... en produisent également en petite quantité (Tableau 4). Ces déchets toxiques produits en petite quantité par un grand nombre de détenteurs sont regroupés sous le terme générique de Déchets toxiques en quantité dispersée (DTQD).

En raison de leur toxicité, l'élimination des déchets dangereux fait l'objet de précautions particulières en matière de collecte, de transport et de traitement.

Tableau 5. Quelques données de cadrage de la région Ile-de-France en 2004

Départements	Superficie (km ²)	Population (10 ³ habitants)	Densité (hab/km ²)
75- Paris	105	2164	20610
92- Hauts-de-Seine	176	1494	8489
93- Seine-Saint-Denis	236	1417	6004
94- Val-de-Marne	245	1259	5139
77- Seine-et-Marne	5915	1257	213
78- Yvelines	2284	1390	609
91- Essonne	1804	1172	650
95- Val d'Oise	1246	1139	914
Total petite couronne	762	6334	8312
Total grande couronne	11249	4958	441
Total Ile-de-France	12011	11292	940

Source : [ORDIF, 2006]

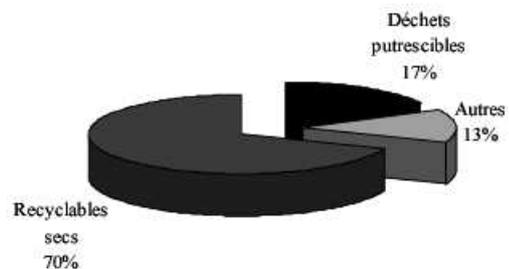
Tableau 6. Les déchets produits en Ile-de-France en 2004

Production de déchets (Mt)	Ile-de-France ¹	France ²	Part région dans la production nationale
Déchets industriels	25,89	233	10%
- dont déchets inertes du BTP	20,6	130	13%
- dont DIB*	4,64	94	6%
- dont DIS	0,65	14	5%
DMA	8,11	47	13%
- dont déchets ménagers (y compris déchèteries)	5,7	28	14%
- DIB**	1,9	5	38%
- dont déchets des collectivités	0,33	5	6%
- dont déchets d'assainissement	0,18	9	2%
Déchets agricoles	1,22	375	0,3%
DASRI	0,03	0,2	15%
Total	35,6	655	5%

Source : ¹ [ORDIF, 2004]
² [IFEN, 2002]

* total DIB
** ce chiffre ne concerne que les DIB collectés par les collectivités (estimation ORDIF : 28% de l'ensemble des DIB)

Figure 1. La composition des déchets ménagers et assimilés en zone urbaine



Source : PDEDMA de l'Essonne, 2002
[Conseil général de l'Essonne]

La Production de déchets en Ile-de-France

Composée de 8 départements et 1 281 communes, l'Ile-de-France abrite plus de 11 millions d'habitants (près de 19 % de la population française, Tableau 5). Elle accueille sur son territoire quelques grands centres industriels (centrales thermiques, aciéries,...) mais se caractérise surtout par la forte concentration sur son sol des PME-PMI (plus du quart des PME-PMI françaises).

On estime entre 28 et 38 millions de tonnes les déchets produits dans cette région (déchets du BTP inclus), ce qui représente environ 5% du tonnage national. Le Tableau 6 fournit des données sur la répartition de ce gisement.

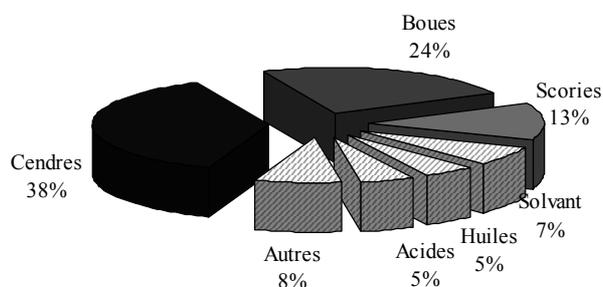
Les déchets industriels représentent plus de 80% des tonnages produits. Ils sont constitués pour les deux tiers de déchets inertes du secteur du BTP. Les déchets industriels banals représentent quant à eux, environ 23% du gisement total de déchets industriels, avec un ratio moyen par salarié de 1,4 tonnes/salarié/an. Ces déchets proviennent principalement du secteur du commerce, notamment à Paris et en petite couronne où le tissu industriel est moins développé.

La quantité de déchets ménagers et assimilés collectés dans le cadre du service public représentait 6,2 millions de tonnes en 2004 soit 16% de la production régionale de déchets. Les déchets ménagers et les déchets industriels banals représentent plus de 90% de ces déchets, avec un ratio de collecte et par habitant de 513 kg/hab/an. Ce ratio est en constante augmentation depuis 10 ans en raison de l'évolution des modes de consommation des ménages et de la mise en place progressive des différentes filières de collectes sélectives permettant de comptabiliser des déchets auparavant non suivis (1994-2004 : +22%).

La composition des DMA est très variable en fonction du mode de vie des individus, de leur catégorie socio-professionnelle, du type d'habitat et de leur lieu de résidence. D'une manière générale, les DMA sont composés de déchets putrescibles (déchets verts, restes alimentaires,...), de particules fines (poussières, cendres), de débris de verre, d'emballage divers (carton, plastique, métal, verre), de textiles (vêtements, chiffons)... Avec l'évolution des modes de consommation, les matériaux d'emballage (papiers/cartons/plastiques) prennent une place de plus en plus importante dans ces déchets, principalement dans les zones urbaines (Figure 1). Ils représentent actuellement plus du tiers du poids et plus de la moitié en volume des DMA.

La production de déchets agricoles francilienne est limitée aux départements de la grande couronne.

Figure 2. La composition des déchets industriels spéciaux en Ile-de-France



Source : PREDIS Ile-de-France [Préfecture d'Ile-de-France, 1996]

Tableau 7. La composition des déchets toxiques en quantités dispersées, comparaison de deux études

	Paris ¹	Limousin ²
Huiles de vidanges, liquides de freins, lubrifiants	31%	28%
Bains photographiques	23%	5%
Divers	15%	13%
Solvants totaux	7%	7%
Piles, accumulateurs et batteries	7%	10%
Emballages/chiffons souillés	8%	32%
Autres	9%	5%

Source : ¹ [Direction de la protection de l'environnement, Mairie de Paris, 2005]

² Chambre des Métiers du Limousin, 2000

La production de déchets dangereux

Les déchets dangereux produits en Ile-de-France sont majoritairement des déchets industriels spéciaux. Leur production est estimée à 650 000 tonnes chaque année [Préfecture d'Ile-de-France, PREDIS, 1996]. Ces derniers sont constitués à plus de 35% de cendres volantes en provenance des centrales thermiques électriques, de poussières d'aciérie et de Résidus d'épuration des fumées des usines d'incinération (REFI) de la région. Les boues d'épuration industrielles représentent également une part importante de ces déchets (24 %). Les autres catégories de déchets (huiles, solvants,...) sont en plus faibles proportions (Cf. Figure 2).

Le gisement de DASRI est estimé à près de 36 000 tonnes en provenance des hôpitaux publics ou des cliniques privés de la région (environ 65%), des professionnels en exercice libérale (environ 30%) et des laboratoires (< à 5%) [Préfecture d'Ile-de-France, PREDAS, 1996]. Ces déchets sont constitués de déchets à risque infectieux à proprement parlé (qui contiennent des micro-organismes viables ou leurs toxines), et des déchets, qui, même en l'absence de risques infectieux sont considérés comme des DASRI (piquants, coupants, déchets anatomiques humains...).

La production de DTQD

Les DTQD présentent un gisement mal défini et dispersé qu'il est difficile de quantifier. Il n'existe pas d'estimation fiable et précise de ce flux au niveau de l'Ile-de-France

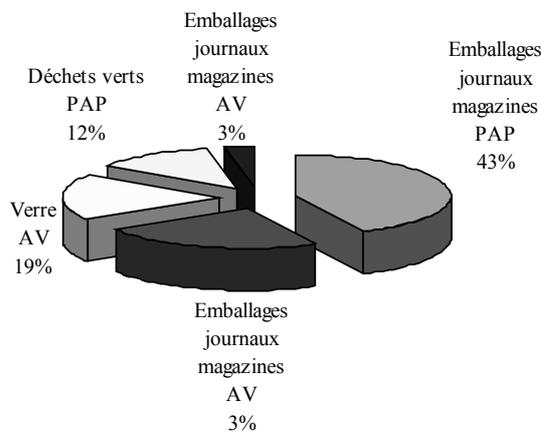
A raison de 5 à 20 kg de déchets dangereux par tonne de déchets ménagers⁸, la production de Déchets ménagers spéciaux (DMS) en Ile-de-France serait comprise entre 24 000 et 97 000 tonnes.

D'après une étude menée en région limousine sur la production de DTQD des PME/PMI, les secteurs du bâtiment et de l'automobile seraient les plus gros producteurs de DQDT (respectivement 48% et 25% du gisement). Cette même étude renseigne sur la composition de ces DQDT. Les résultats sont présentés en Tableau 7.

⁸ Estimation ORDIF

Tableau 8. La collecte sélective en Ile-de-France : tonnage et composition en 2004

	Déchets collectés sélectivement (10 ³ tonnes)	Ratio par habitant (kg/hab/an)
75- Paris	113500	52
92- Hauts-de-Seine	71900	48
93- Seine-Saint-Denis	56700	40
94- Val-de-Marne	76600	61
77- Seine-et-Marne	109200	87
78- Yvelines	132100	95
91- Essonne	130500	111
95- Val d'Oise	72500	64
Total petite couronne	318500	50
Total grande couronne	444300	90
Total Ile de France	763100	68



PAP : porte à porte AV : apport volontaire

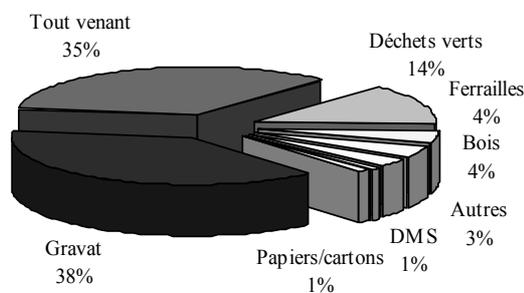
Source : [ORDIF, 2004]

Tableau 9. Le nombre de déchetteries en Ile-de-France en 2004

Départements	Déchetteries opérationnelles	Déchetteries ouvertes professionnels	Déchetteries acceptant les huiles usagées	Déchetteries acceptant les déchets amiantés
75- Paris	4	-	4	-
92- Hauts-de-Seine	3	2	1	-
93- Seine-Saint-Denis	16	3	3	-
94- Val-de-Marne	12	3	3	-
77- Seine-et-Marne	42	25	34	7
78- Yvelines	31	12	10	-
91- Essonne	29	9	-	-
95- Val d'Oise	13	10	11	-
Total petite couronne	35	8	11	0
Total grande couronne	115	56	55	7
Total Ile de France	150	64	66	7

Figure 3. Tonnages de déchets collectés en déchetterie en 2004

525 300 t de déchets collectés en déchetterie
 Source : [ORDIF, 2004]



La gestion des déchets

La collecte des déchets [INRS, 2004]

La collecte consiste à évacuer les déchets de leur lieu de production. Bien qu'il y ait des établissements spécialisés dans la collecte et le transport des déchets, il est difficile de différencier spécifiquement les deux activités.

Selon le décret du 30 juillet 1998 relatif au transport par route, au négoce et au courtage de déchets, le transport par route doit être effectué par une entreprise agréée au delà de 0,5 tonnes de déchets non dangereux et de 0,1 tonnes de déchets dangereux par chargement.

En application du décret n° 77.151 du 7 février 1977, la collecte des déchets municipaux doit être assurée en porte-à-porte au minimum de façon hebdomadaire⁹ pour les communes de plus de 500 habitants. En matière de gestion de DIB, l'entreprise peut les remettre à la collecte municipale, si le service lui est ouvert. Dans ce cas, les communes sont tenues, depuis le 1^{er} janvier 1993, de faire rémunérer ce service sous forme de redevance. Dans le cas contraire, l'entreprise dispose de deux options : elle peut agencer des installations appropriées dans son enceinte et éliminer les déchets elle-même, ou avoir recours à un prestataire privé.

Les risques présentés par les déchets dangereux imposent de nombreuses précautions pour leur conditionnement, leur entreposage, leur transport, leur traitement et leur stockage. Les moyens de collecte et de traitement de ces déchets sont spécifiques de manière à éviter leur mélange avec les déchets ménagers et assimilés. Leur prise en charge ne peut être effectuée que par des transporteurs disposant du récépissé de déclaration d'une activité de transport de déchets délivré en application du décret du 30 juillet 1998 relatif au transport par route, au négoce et au courtage de déchets.

De plus, les transporteurs et négociants de déchets dangereux ont pour obligation de tenir un registre de suivi des déchets conformément au décret n°2005-635 du 30 mai 2005. Ce décret rend obligatoire :

- la tenue à jour d'un registre chronologique de la production, de l'expédition des déchets.
Ce registre doit être conservé a minima cinq ans,

⁹ Cette collecte peut être assurée de façon quotidienne dans certains secteurs des zones hyper-urbaines.

- l'émission d'un bordereau de suivi (BSDD) qui accompagne les déchets à chaque enlèvement de déchets dangereux, dans la mesure où ces derniers ne sont pas remis à un collecteur de déchets produits en petite quantité ou à un collecteur agréé,
- la déclaration annuelle à l'administration, pour les producteurs ou détenteurs exploitant une installation classée soumise à autorisation dès que la quantité de déchets dangereux générés en un an excède 10t.

Les collectes sélectives (Tableau 8)

Afin de répondre aux exigences nationales en matières de valorisation matière, les collectivités ont mis en place des systèmes afin de collecter séparément les différentes fractions des déchets préalablement triés par leurs producteurs. Il en existe deux types :

- La collecte au porte-à-porte : les usagers trient leurs déchets dans différents sacs, bacs ou casiers et les présentent devant leur porte où ils sont ramassés séparément par les services de collecte ;
- La collecte par apport volontaire : les usagers trient leurs déchets et vont déposer les matériaux valorisables dans des conteneurs spécifiques implantés dans des lieux publics ou dans des déchetteries.

Les déchetteries (Tableau 9 et Figure 3)

La déchetterie est un espace aménagé, gardienné et clôturé, ouvert aux particuliers et éventuellement aux artisans et commerçants, pour le dépôt de certains de leurs déchets lorsqu'ils sont triés. Elle accueille notamment les matériaux qui ne peuvent être collectés par le service de ramassage traditionnel des ordures ménagères, en raison de leur taille (encombrants), de leur volume (déchets verts), de leur densité (gravats), ou de leur nature (batteries, huiles usagées,...).

En Ile-de-France, la collecte sélective des emballages ménagers et de papiers/cartons s'est généralisée puisqu'en 2004, les communes qui ne proposent pas cette collecte représentent 0,8% de la population francilienne. Un effort important a été fait également au niveau de la collecte des encombrants avec la création de plus de 70 nouvelles déchetteries depuis 10 ans.

Dans le dispositif réglementaire qu'ils ont fixé, les pouvoirs publics ont confié aux producteurs/conditionneurs/distributeurs, la responsabilité de la récupération et de la valorisation des déchets d'emballage résultant de la consommation de leurs produits. A défaut de satisfaire par eux-mêmes à cette responsabilité, les entreprises peuvent passer contrat avec un prestataire agréé pour l'assumer en leur nom. La collecte des produits en fin de vie est coordonnée par des organismes reconnus par les pouvoirs publics (SCRELEC, ADIVALOR...). Ces organismes sont recensés en Annexe 2, [INRS, 2004].

Les décharges brutes / sauvages

Les décharges brutes ou non-autorisées sont des sites qui font l'objet d'un apport régulier de déchets et sont exploitées directement ou indirectement par des communes, des établissements ou des entreprises sans être conformes à la réglementation. Les secondes sont des sites qui font l'objet d'apports clandestins de déchets réalisés par des particuliers pour s'en débarrasser et qui ne sont pas pris en compte par des services traditionnels de collecte des ordures ménagères.

Le Ministère de l'écologie et du développement durable (MEDD) a engagé un plan de recensement et de fermeture des décharges brutes au niveau national. Le bilan établi au 15 juin 2005, fait état de 18 décharges non autorisées¹⁰ sur le territoire francilien, recevant des DMA, des gravats, des encombrants et des déchets verts... Ces décharges ont été classées selon les risques potentiels qu'elles présentent pour le milieu (grille d'évaluation DDE/DRIRE). Six d'entre elles, selon les critères retenus, présentent des risques potentiels forts ou très forts sur la qualité des milieux.

Par définition, le nombre de dépôts sauvages dans la région est difficile à connaître. En Essonne, 117 dépôts de la sorte ont été recensés lors de l'élaboration du Plan départemental d'élimination des déchets ménagers, soit un dépôt sauvage pour 10 000 habitants. Si l'on considère ce chiffre constant à l'échelle régionale, le nombre de dépôts sauvages s'élèverait à près de 1 130 pour la région Ile-de-France. Ces dépôts reçoivent principalement des déblais et gravats, des déchets de jardin, des plastiques, des papiers et cartons, des déchets encombrants des ménages et des déchets automobiles.

¹⁰ Dépôts situés dans le département des Yvelines. Ces données recueillies en 1999 sont issues du Plan d'élimination des déchets des Yvelines de 2001. Actuellement, il n'existe plus qu'une décharge non autorisée dans ce département.

Le regroupement et le pré-traitement des déchets

Afin d'optimiser le transport des déchets et dans un but économique, les déchets de provenances différentes mais de nature comparable ou compatible peuvent être immobilisés dans des installations de regroupement (ou centres de transit/transfert) avant traitement¹¹. Des unités de pré-traitement se greffent parfois sur ces sites de regroupement

Les traitements des déchets

Le traitement est l'ensemble des processus physiques, chimiques, thermiques ou biologiques y compris le tri, qui modifient les caractéristiques des déchets de manière à réduire le volume ou le caractère dangereux, à en faciliter la manipulation ou à favoriser la valorisation¹².

Le tri

Le tri a pour fonction principale de transformer un flux de déchets mélangés et non valorisables en plusieurs fractions de déchets enrichies dont au moins une est valorisable. Le tri peut-être manuel ou automatique et réalisé à l'aide de procédés aéraulique, électrostatique, hydraulique, magnétique, mécanique, optique, thermique.

Les traitements physico-chimiques des déchets dangereux

Plusieurs traitement physico-chimiques peuvent être réalisés afin de stabiliser les déchets dangereux :

- Neutralisation pour les acides et les bases ;
- Décyanuration par oxydation des cyanures en cyanates ;
- Déchromatation par réduction du chrome hexavalent en chrome trivalent ;
- Précipitation des métaux sous forme d'hydroxyde par ajout de lait de chaux ou de lessive de soude ;
- Cassage des émulsions à haute température ;
- Régénération par distillation des solvants usés ;

¹¹ Le temps de stockage des déchets ménagers et assimilés est limité à 24 h en France, en raison des problèmes d'odeurs liés à la fermentation des déchets. Les DASRI et assimilés peuvent être stockés pendant une durée allant de 72 h à 3 mois en fonction de la quantité de déchets produits.

¹² La valorisation est le terme générique recouvrant le réemploi, la réutilisation, la régénération, le recyclage, la valorisation organique et la valorisation énergétique des déchets.

- Stabilisation et solidification des boues ;
- Séparation multiphasique des mélanges hydrocarbonés ;
- Décontamination de pièces souillées par les PCB (transformateurs électriques).

Les traitements physico-chimiques des déchets non dangereux

Les déchets non dangereux sont aussi traités par traitement physico-chimiques. Par exemple, la séparation de phase pour les huiles alimentaires.

Les traitements thermiques des déchets non dangereux

La principale caractéristique du traitement thermique des déchets est de réduire le volume et la masse de déchets en minéralisant la quasi totalité des déchets (90% en volume et 70% en poids). La préparation des déchets entrant dans ce procédé est quasi-inexistante. Un traitement des gaz de combustion (dépoussiérage, neutralisation, piégeage des métaux lourds) est nécessaire pour éviter un transfert de pollution significatif vers l'atmosphère. A l'issue de ce procédé, il subsiste des mâchefers (résidus solides) et des Résidus d'épuration des fumées d'incinération (REFI). Ces résidus sont stabilisés avant d'être stockés en centre de stockage de déchets dangereux ou valorisés en remblais routiers. Les métaux contenus dans les mâchefers sont parfois extraits pour être recyclés.

Les déchets ménagers et assimilés sont incinérés dans des centres appelés UIOM¹³.

Les traitements thermiques des déchets dangereux

Les DASRI peuvent être également traités dans ces centres après avoir subi un traitement de désinfection. Pour les déchets dangereux, différentes filières sont possibles :

- Incinération des déchets liquides, pâteux et solides ne contenant pas d'halogènes organiques ;
- Incinération en cimenterie de déchets liquides aqueux, de déchets combustibles ;
- Incinération d'organohalogénés dans des fours autorisés à recevoir des déchets halogénés ou soufrés au-dessus de 1 à 2% munis de dispositifs très performants de neutralisation des gaz acides ;
- Incinération des PCB et assimilés : les conditions d'incinération sont plus sévères (température exigée 1200°C) ;
- Evapo-incinération des déchets aqueux contenant des éléments organiques émulsionnés.

¹³ Usine d'incinération d'ordures ménagères

Différentes catégories de fours sont utilisées. Ils peuvent être statiques, rotatifs, à grille, à soles, à lit fluidisé. Les installations d'incinération peuvent être (et le sont de plus en plus pour les plus récentes) munies de systèmes permettant la récupération de la chaleur produite. Des techniques spécifiques du type pyrolyse ou torche à plasma se développent permettant d'atteindre des températures élevées.

Les traitements biologiques

Les traitements biologiques concernent les déchets riches en eau : les végétaux, les déchets organiques agricoles et industriels, et la fraction fermentescible des ordures ménagères (FFOM). Le compostage est un traitement aérobie (en présence d'air) des déchets fermentescibles. Il conduit à la production d'un amendement organique utile pour les sols : le compost. La méthanisation est un traitement anaérobie des déchets fermentescibles. Il conduit à la production d'un digestat qui peut être utilisé comme amendement organique après maturation par compostage et d'un gaz, le biogaz, qui peut être valorisé sous forme de chaleur ou d'électricité.

Le stockage des déchets

Un Centre de stockage de déchets ultimes (CSDU) est une installation permettant de stocker les déchets acceptés en les isolant du milieu qui les entoure afin d'éviter toute contamination du sol et des eaux souterraines.

Trois types de CSDU existent :

- Les CSDU de classe 1 sont habilités à recevoir des déchets dangereux stabilisés, ils sont construits sur des sols imperméables¹⁴.
- Les CSDU de classe 2 sont habilités à recevoir les ordures ménagères, les déchets industriels et commerciaux banals dont la partie valorisable a été extraite. Ces centres sont construits sur des sols semi-perméables¹⁵.
- Les CSDU de classe 3 sont habilités à recevoir les déchets inertes et peuvent être construits sur des terrains perméables.

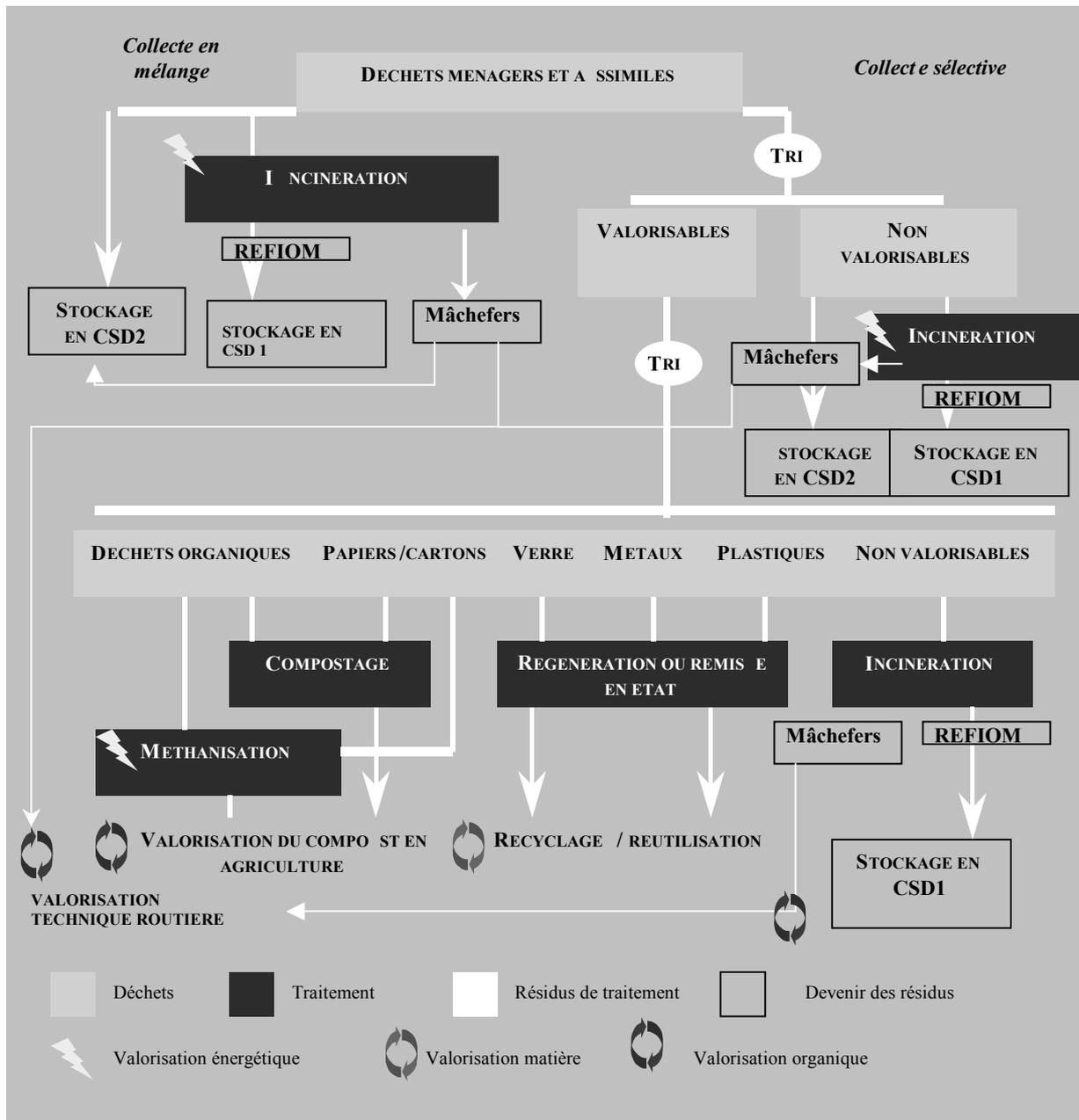
¹⁴ Perméabilité inférieure à 10^{-9} m/s sur au moins 5 mètres.

¹⁵ Perméabilité inférieure à 10^{-9} m/s sur au moins un mètre d'épaisseur et inférieure à 10^{-6} m/s sur au moins 5 mètres.

Le stockage en CSDU de classe 1 et 2 se fait en casiers étanches. Les eaux de percolations (lixiviats) sont récupérées par un système de drainage et traitées avant rejet dans le milieu. Le biogaz formé par décomposition de la matière organique des déchets est généralement brûlé en torchères. Il peut subir également une valorisation thermique ou électrique.

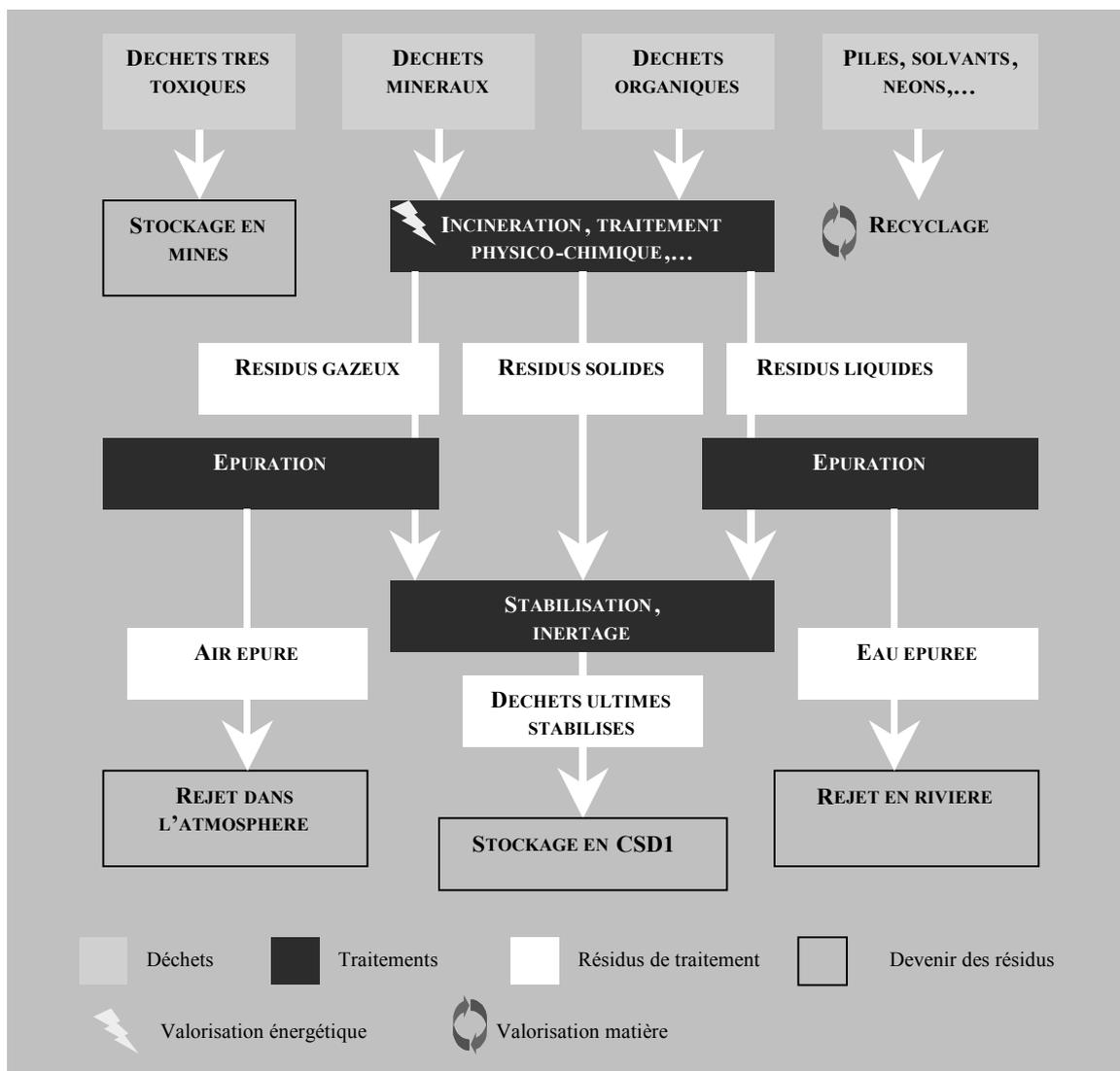
Les figures suivantes indiquent les filières de traitement existantes pour les déchets ménagers et assimilés et les déchets dangereux.

Figure 4. Les filières de traitement des déchets ménagers et assimilés en France



Source : Figure adaptée du guide pratique à l'usage des élus locaux de Lorraine concernant les déchets de septembre 1998

Figure 5. Les filières de traitement des déchets dangereux en France



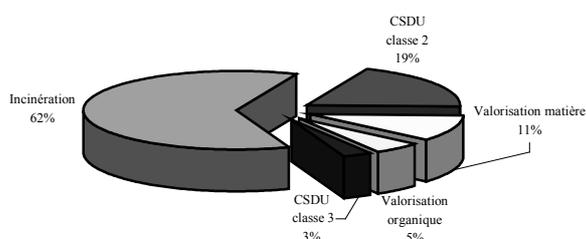
Source : Figure adaptée du guide pratique à l'usage des élus locaux de Lorraine concernant les déchets de septembre 1998

Tableau 10. Le parc des installations de traitement des déchets ménagers et assimilés en Ile-de-France en septembre 2005

	Description	Nombre d'installations
Centre de tri	Centres de tri des collectes sélectives des ménages, avec chaîne de tri-multimatériaux	23
Traitement thermique	Usines d'incinération d'ordures ménagères	18
	Uniquement ordures ménagères	16
	Ordures ménagères et DASRI	2
Traitement biologique	Usines d'incinération de DIS	2
	Compostage de déchets verts	28
	Compostage de la FFOM et/ou déchets verts	6
	Compostage sur ordures ménagères résiduelles	4
Stockage	Plate-forme de méthanisation	1
	CSDU classe 2	14
	CSDU classe 1	2

Source : [ORDIF, 2004]

Figure 6. La répartition des modes de traitement des déchets ménagers et assimilés en 2004



Source : [ORDIF, 2004]

Tableau 11. Tonnages traités par installation en Ile-de-France en 2004

	Description	Tonnages traités en 2004 ¹	% de la capacité en exploitation
Centre de tri	Centre de tri des collectes sélectives des ménages, avec chaînes de tri-multimatériaux		
	Collectes sélectives des ménages	349 200	90%
Traitement thermique	Usines d'incinération d'ordures ménagères	4 031 700	>95%
	DMA service public	3 694 300	
	DIB non collecté par le service public	337 400	
	DASRI	20 400	40%
	Boues STEP	13 800	30%
Traitement biologique	Compostage de déchets verts	161 100	100%
	Compostage de la FFOM et/ou déchets verts	73 600	100%
	Compostage sur ordures ménagères résiduelles	171 700	75%
	Plate-forme de méthanisation	59 900	60%

Source : [ORDIF, 2004]

- Les centres de Vert-le-Grand (91), Limours (91) et Montesson (78) pour le traitement des déchets verts (tonnage entrant > à 20 000 t/an) ;
- Enfin, le centre de Montlignon dans le Val d'Oise (tonnage entrant > à 20 000 t/an) traite la fraction fermentescible des ordures ménagères (FFOM), seule ou en mélange avec des déchets verts.

Une plate-forme de méthanisation se trouve à Varennes Jarcy (91). Elle traite des ordures ménagères résiduelles et la FFOM en mélange avec des déchets verts (capacité de 100 000 tonnes par an).

Enfin, la région s'est également dotée de centres de tri afin de recevoir les collectes sélectives des ménages. En 2005, plus de 22 centres de ce type étaient recensés ; sept d'entre eux assurent plus des 2/3 de la capacité totale de traitement : Monthyon (77), Rambouillet (78), Vert-le-Grand (91), Nanterre (92), Romainville (93), Ivry (94) et Villeneuve-le-Roy (94). D'autres centres accueillent les collectes sélectives des entreprises (DIB) : Chelles (77), Vert-le-Grand (91), Gennevilliers (92) et le Blanc-Mesnil (93). En 2004, la valorisation matière concernait ainsi plus de 10% des déchets collectés dans le cadre du service public¹⁸. En matière de performance de tri, celles-ci sont hétérogènes dans la région. Le taux de refus¹⁹ sur les installations varient ainsi de 17% (moyenne en Val-de-Marne et Seine-et-Marne) à 35% (Paris, Seine-Saint-Denis). Le taux d'habitat vertical et l'ancienneté de la mise en place de la collecte sélective expliquent en grande partie ces différences entre départements.

Déchets dangereux

En 2004, en Ile-de-France, d'après les déclarations des principaux centres d'élimination, 617 000 tonnes de déchets industriels spéciaux ont été éliminés dont 80 000 tonnes de terres polluées. Parmi ces déchets 42% étaient issus d'autres régions, principalement des régions Nord-Pas-de-Calais (10%), Picardie (9%), et Centre (8%). La quasi-totalité des filières de traitement des déchets dangereux est présente sur le sol francilien. La région dispose de deux usines d'incinération de déchets industriels spéciaux situées à Compans (77) et Limay (78). Les DASRI sont traités dans les UIOM de Créteil (94) et de Saint-Ouen l'Aumône (95). Les déchets dangereux ultimes stabilisés sont accueillis dans les centres de stockage de Guitrancourt (78) et Villeparisis (77).

¹⁸ Plus de 30% en considérant la valorisation matière des mâchefers en recyclage routier et le recyclage des encombrants au niveau des déchetteries.

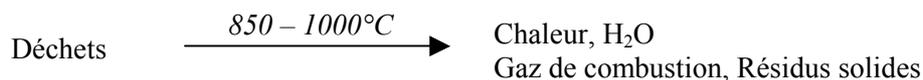
¹⁹ Le taux de refus est le rapport entre les quantités d'entrants refusées sur le centre de tri et les quantités triées.

Les rejets des incinérateurs

Le procédé

Description générale

L'incinération permet le traitement des déchets par combustion de la phase organique de ceux-ci dans des fours spéciaux adaptés aux caractéristiques des déchets (hétérogénéité, taux d'humidité, pouvoir calorifique variable...), et la destruction des fractions pathogènes à haute température. Outre la minéralisation quasi-totale des déchets, sa principale caractéristique est la réduction de volume (90%) et de la masse des déchets (70%). Le traitement engendre la production de chaleur et de vapeur d'eau, de résidus solides (REFI et mâchefers) et de cendres volantes :



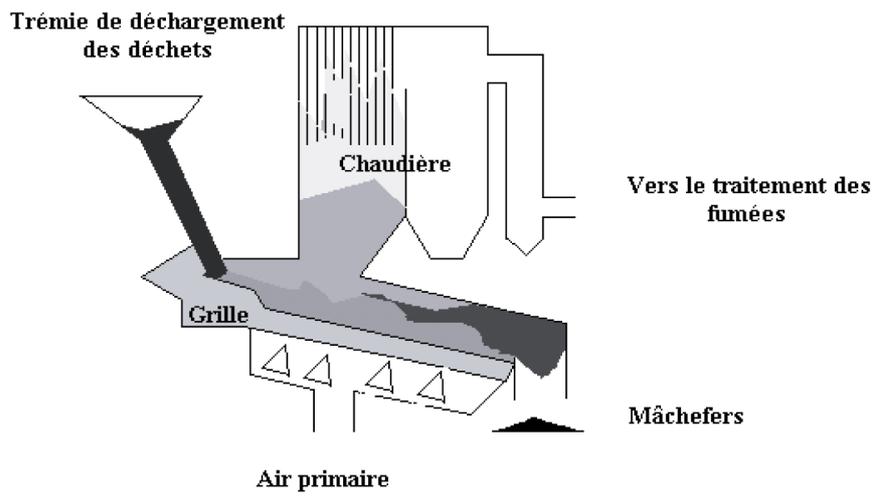
Les différentes étapes de l'incinération dans le cadre d'une UIOM sont détaillées ci-dessous :

- Le stockage des déchets : il est effectué dans une fosse bétonnée et étanche dans un bâtiment maintenu en dépression (l'air capté est utilisé en air primaire et secondaire pour la combustion).
- L'alimentation du four : les déchets sont repris en fosse et homogénéisés par un grappin. Ils sont ensuite déversés dans la trémie d'alimentation et sont acheminés vers la chambre de combustion.
- La chambre de combustion : le démarrage de l'installation nécessite un apport initial de combustible mais par la suite l'alimentation en déchets permet l'auto-combustion. Les déchets sont disposés en couches minces subissant un cycle de trois phases : séchage, combustion et extinction-évacuation des résidus solides. La chaleur dégagée par la combustion des déchets est récupérée sous forme de vapeur, valorisable pour le chauffage ou pour produire de l'électricité.
- L'épuration des fumées : l'épuration comprend le dépoussiérage, la neutralisation des gaz acides, le traitement des éléments polluants dont les dioxines, les furannes et les oxydes d'azote.

Les paramètres importants

L'incinération est soumise à des contraintes techniques. Empiriquement, on fait référence à la règle des trois T : température de combustion qui doit atteindre 850°C pendant au moins 2 secondes, temps de séjour qui diffère selon le type de déchets et turbulence permettant le mélange intime des combustibles et de l'air comburant.

Figure 7. La technologie d'incinération du four à grille



Source : [Bröns-Laot, 2002]

Les différentes technologies

En Ile-de-France, la majeure partie des installations utilise la technologie du four à grille mobile (Figure 7). Dans ces installations, la capacité d'incinération est importante et généralement les usines fonctionnent en continu [ORS, 2004].

En matière de traitement des fumées, toutes les installations sont équipées d'un système de dépoussiérage. Concernant le traitement des gaz, les technologies utilisées dans les incinérateurs franciliens sont diverses.

D'une manière générale, les différents procédés de traitement des effluents gazeux consistent à neutraliser les gaz acides au moyen d'une base (hydroxyde de calcium) et à favoriser la condensation des métaux lourds et de leurs composés. La neutralisation des gaz peut être réalisée en phase humide après filtration. Elle peut être réalisée également avant filtration et en phase sèche :

- Procédé humide : on débute le traitement par l'opération de dépoussiérage avec un filtre (électrofiltre ou filtre à manches) puis on fait transiter les fumées dans une tour de lavage avec appoint de lait de chaux. Un tel procédé présente une bonne captation des composés halogénés mais il en résulte de nombreux nouveaux rejets (liquide chargé en sel et difficulté de traiter les métaux lourds et les dioxines) .
- Procédé semi-humide : on pratique une injection de lait de chaux dans les fumées. Cela permet de réaliser la neutralisation des gaz acides par formation de sels de calcium correspondant, la condensation des métaux lourds sur les particules de sels, la captation des particules solides issues de la combustion (cendres) et du traitement par un filtre approprié. Les avantages de cette technique sont le haut rendement de captation pour les métaux lourds (mercure et cadmium), une bonne neutralisation du dioxyde de soufre, l'absence de rejet liquide et la possibilité d'adjonction de charbon actif pour améliorer les performances en matière de dioxines.
- Procédé mixte : il s'agit en fait d'une combinaison de ces deux traitements : sur la base du procédé semi-humide, on intercale une tour de lavage entre la sortie du dépoussiéreur et la cheminée. Par cette technique, on réalise une excellente dépollution, la consommation de chaux est minimale, l'ensemble des inconvénients signalés plus haut est éliminé excepté l'existence d'un panache de fumée que l'on peut atténuer par un réchauffage.

Tableau 12. Composition moyenne en métaux des mâchefers issus des usines d'incinération d'ordures ménagères (France)

Métaux	g/t _{MS}	Nb analyses
Zinc	2 195	18
Plomb	1 731	21
Cuivre	1 423	18
Manganèse	944	18
Chrome	433	18
Sélénium	173	16
Nickel	123	18
Cadmium	15	19
Arsenic	10	11
Mercuré	13	18

Source : [SFSP, 1999 d'après polden 1998]

Tableau 13. Composition en métaux des résidus d'épuration des fumées d'incinération d'ordures ménagères

REFIOM	g/t _{MS}
Zinc	20 210
Plomb	7 023
Cuivre	1 028
Sélénium	679
Cadmium	335
Chrome	276
Nickel	76
Mercuré	42
Arsenic	21

Source : [ORS, 2004]

Tableau 14. Concentration moyenne des rejets en sortie de chambre de combustion (pas de traitement), données France

Eléments	Concentration (mg/Nm ³)
Poussières	1500 - 8000
Monoxyde de carbone CO	0,5 - 20
Acide chlorhydrique HCl	600 - 2000
Acide fluorhydrique HF	0,5 - 20
Oxydes de soufre SO _x	50 - 250
Oxydes d'azote NO _x	150-450

Source : [Beccochi, 1998]

Les rejets

Les résidus de l'incinération, pour une tonne de déchets bruts, se répartissent de la façon suivante :

- environ 660 kilogrammes de fumées épurées
- environ 300 kilogrammes de mâchefers
- environ 40 kilogrammes de REFIOM

Les rejets solides

Les REFIOM

Les REFIOM sont constitués des cendres volantes, des réactifs et produits en excès des réactions de neutralisation recueillis sur les filtres ainsi que des cendres récupérées sous les trémies de la chaudière. Ils présentent une charge importante en métaux (Tableau 13). Après stabilisation, ces résidus sont stockés en CSDU de classe 1.

Les mâchefers

Les mâchefers (ou scories) constituent la fraction incombustible des déchets. Ils sont constitués de silice principalement (environ 50%), de calcium, de fer, d'aluminium combinés pour donner des minéraux silicatés ou des oxydes résistants à des hautes températures, de divers métaux (dont des métaux lourds, Tableau 12), de traces de HAP, et des dioxines (environ 9,2 ng/kg_{MS}). Ces composés, de par leurs propriétés mécaniques et leur texture peuvent être réutilisés pour la réalisation de sous-couche et de remblais routiers. Les mâchefers non valorisés sont envoyés en CSDU de classe 2.

Les rejets liquides

Les eaux issues du traitement des fumées peuvent contenir des cendres, des métaux lourds, des acides et des sels. Elles subissent un traitement préalable avant d'être envoyées pour traitement en station d'épuration.

Les rejets atmosphériques canalisés

La combustion des déchets entraîne la formation de gaz, composés principalement de monoxyde de carbone, de gaz acides (acide chlorhydrique et fluorhydrique), d'oxyde d'azote et de soufre. A l'état de traces, les installations peuvent rejeter sous forme gazeuse ou particulaire, des composés bromés, des dioxines/furannes, des composés organiques volatils (COV), des métaux, en concentrations variables en fonction de la nature des déchets traités (Tableau 14).

Tableau 15. Valeurs réglementaires de rejets atmosphériques pour les incinérateurs d'ordures ménagères

Eléments	Arrêté du 06 juin 1972	Arrêté du 09 juin 1986	Arrêté du 25 janvier 1991	Arrêté du 20 septembre 2002
Particules	193	64	30*	10
CO	1600	1600	100*	50
HCl		128	50*	10
HF			2*	4
SO ₂			300*	50
NO _x				> 6t/h : 200* < 6t/h : 400*
CTO		9	20*	10
Hg		0,38 ¹	0,2 ¹	0,05
Cd/Tl				0,05
Sb/As/Pb/Cr/Co Cu/Mn/Ni/Vn/Sn		6,4/1,3 ²	5,0/1,0 ³	0,5 ⁴
PCDD/F**				0,1

Source : [SFSP, 1999]

Gaz : mg/Nm³ PCDD/F : ng/Nm³ I-TEQ

* Moyenne journalière.

** Concentration sur une mesure ponctuelle.

¹ Limite pour Hg et Cd, sans prise en compte de Tl

² 6,4 pour la somme des éléments Pb/Cr/Co/Cu/nl/Sn, 1,3 pour As (Sb, Mn, Vn non pris en compte)

³ 5,0 pour la somme des éléments Pb/Cr/Cu/Mn et de 1,0 pour Ni/As

⁴ Pour les métaux suivants : Sb/As/Pb/Cr/Co/Cu/Mn/Ni/Vn/Sn

Tableau 16. La part des émissions des incinérateurs dans la pollution atmosphérique en Ile-de-France

Eléments	Emissions totales IDF	Part incinération	Année
Particules	21 240	1,5%	2000
SO ₂	80 000	2,0%	2003
NO _x	164 610	4,0%	2003
Pb/Cr/Cu/Ni/As/Hg/Cd	96,3	8,0%	2004
Ni/As	28,8	4,5%	2004
Hg/Cd	2,4	38,5%	2004
PCDD/F*	101,5	25%	2000

Valeurs en tonnes sauf pour les PCDD/F (en grammes)

* La valeur des PCDD/F est ici ancienne. Les flux mesurés actuellement ont considérablement chuté suite à la mise en conformité de l'ensemble des incinérateurs franciliens en décembre 2005 (voir le commentaire en page 51).

Source : [ORS, 2004] Ces gaz bénéficient d'un traitement avant rejet dans le milieu atmosphérique. Les volumes émis à l'atmosphère pour chaque élément ont variés au cours des décennies en fonction des différentes dispositions réglementaires et des évolutions technologiques en matière d'épuration des fumées (Tableau 15).

En Ile-de-France, les dernières données disponibles font état de :

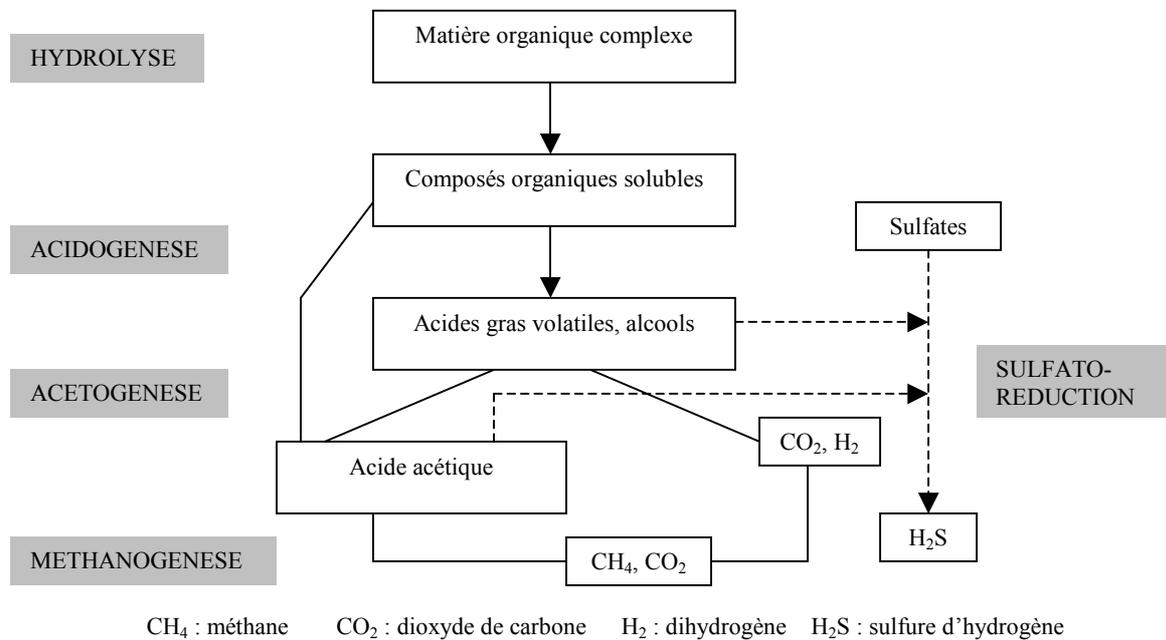
- 7 450 tonnes de dioxyde d'azote rejetées par les incinérateurs, soit un peu plus de 4,6% des émissions totales ce qui représente l'équivalent des émissions pour ce composé du trafic aérien francilien et le double des émissions liées à la circulation sur le boulevard périphérique (données 2000) ;
- 1 736 tonnes de dioxyde de soufre rejetées en 2003 soit un peu moins de 2,6% des émissions totales pour ce composé ;
- 1,4 grammes de dioxines et furannes (données 2006).

Pour les dioxines, la mise en conformité de l'ensemble des incinérateurs franciliens en décembre 2005 (valeurs limites à l'émission de 0,1 ng/Nm³) a entraîné une réduction importante des flux de dioxines émis par l'incinération.

Les agents biologiques

Facilement détruits par l'incinération, il y a peu de probabilité de retrouver des micro-organismes vivant dans la fumée d'incinération et dans les résidus solides (température de combustion minimale de 900 °C).

Figure 8. Les étapes anaérobies du stockage de déchets ménagers



Source : Centre Wallon de Biologie Industrielle, Université de Liège, Atlas des décharges d'ordures ménagères dans les pays en développement : principes théoriques, 2006 disponible sous le lien <http://www.ulg.ac.be/cwbi/projets/atlas/>

Les rejets des centres de stockage

Le procédé

Description générale

Dans le cas d'un centre de stockage de classe 2, l'eau, en provenance des déchets et des eaux de ruissellement qui entrent dans les alvéoles de stockage, est le principal vecteur de l'évolution de l'installation²⁰. Elle favorise la biodégradation des matières organiques fermentescibles et produit des lixiviats²¹.



D'une manière théorique, l'évolution biologique des déchets dans ces centres comporte trois étapes :

- La phase de fermentation aérobie (en présence d'oxygène) de la matière fermentescible par les micro-organismes : cette étape est brève (quelques semaines) et ne concerne que le début de l'accumulation des déchets dans les alvéoles. Elle entraîne la formation d'un biogaz riche en eau et en dioxyde de carbone.
- La dégradation anaérobie de la matière organique est l'étape prédominante dans les décharges de classe 2 (plusieurs années). Selon le substrat utilisé par les bactéries et les produits libérés, on peut distinguer quatre phases successives dans la dégradation anaérobie : hydrolyse, acidogénèse, acétogénèse et méthanogénèse (Figure 9). Dans la réalité, ces quatre phases se superposent.
- Enfin, la stabilisation de la matière organique et la chute de la production de gaz correspond à la phase de maturation finale de l'installation.

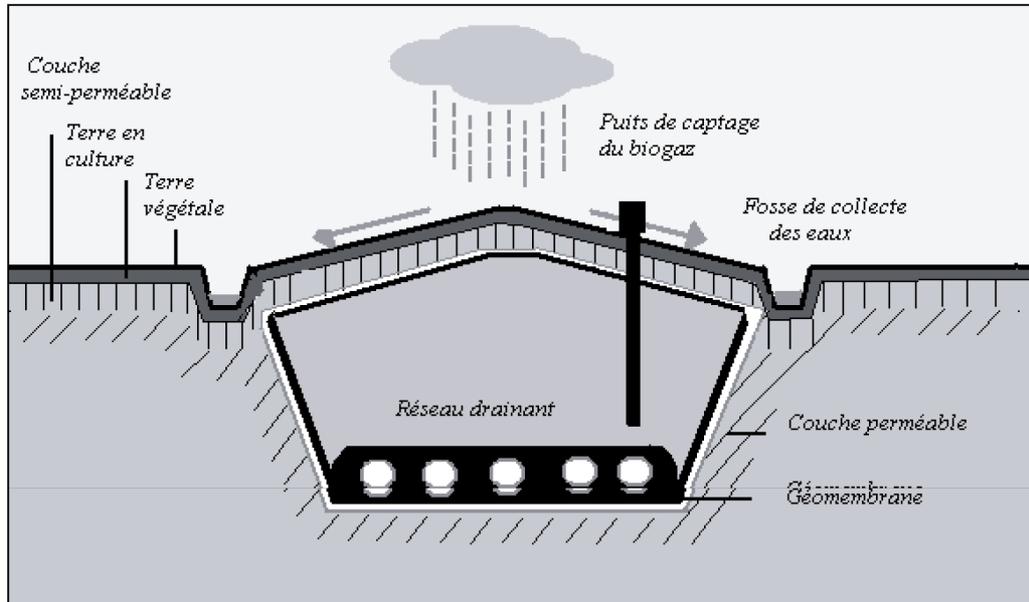
Les paramètres importants

Un contrôle à l'admission des déchets sur le site est réalisé afin de s'assurer que le déchet n'est pas interdit en stockage ou dans la catégorie de site concernée. Divers tests sont ainsi réalisés lors de la réception des déchets : contrôle visuel, mesure de la radioactivité, test de lixiviation, ...

²⁰ Dans les centres de stockage de déchets dangereux (CSDU1), les déchets reçus sont stabilisés avant enfouissement afin d'en diminuer la fraction soluble et en augmenter les propriétés mécaniques. D'autre part les critères d'admission excluent tous les déchets fermentescibles. Ces sites vont donc peu évoluer au cours du temps.

²¹ Effluents liquides formés par les eaux ayant transité à travers les déchets.

Figure 9. Schéma de principe d'un casier de centre de stockage de déchets ménagers et assimilés en fin d'exploitation



Source : [Glandier, 2002]

Les différentes technologies

Depuis l'arrêté du 9 septembre 1997 relatif aux décharges existantes et aux nouvelles installations de stockage de déchets ménagers et assimilés, la zone d'exploitation destinée au stockage des déchets doit être implantée à 200 m au minimum des zones habitées. Pour éviter que les lixiviats ne polluent les nappes phréatiques, les déchets sont stockés dans un volume confiné, en casier pouvant être subdivisés en alvéoles. L'étanchéité des casiers est garantie par une double barrière de sécurité :

- La barrière de sécurité passive est destinée à garantir l'étanchéité des casiers en cas de défaillance de la sécurité active sous la quelle elle se trouve. Elle est au minimum constituée de bas en haut par 5 mètres de matériau semi-perméables ($K < 10^{-6}$ m/s), et 1 mètre de matériau imperméable ($K < 10^{-9}$ m/s)²².
- La barrière de sécurité active assure l'étanchéité du casier et son indépendance hydraulique. Elle est constituée d'une géo-membrane et d'une couche de drainage d'au moins 50 centimètres d'épaisseur constituée d'éléments siliceux à l'intérieur desquels est disposé un réseau de drains. Le diamètre de ces derniers doit être suffisant pour éviter le colmatage, faciliter l'écoulement des lixiviats, permettre le passage de systèmes d'entretien du réseau.

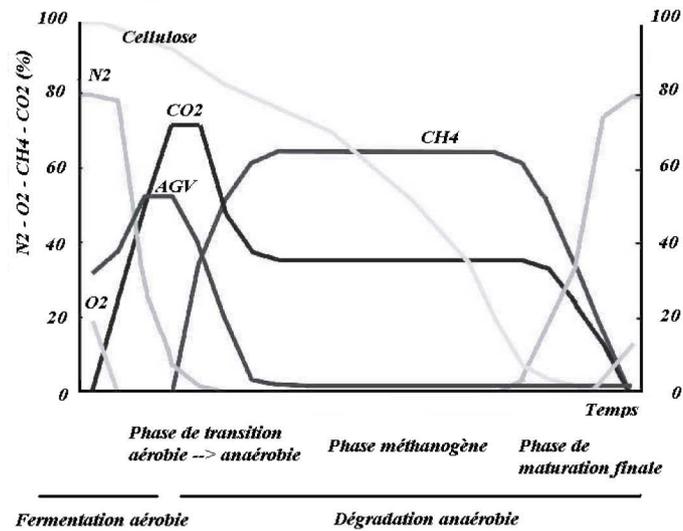
Les camions viennent vider leur contenu depuis un quai de déchargement. Les déchets sont alors broyés et compactés puis répartis progressivement dans les différentes alvéoles. Le bâchage des déchets peut être assuré de manière régulière afin d'éviter les nuisances liées à la décomposition des déchets²³ (odeurs, présence d'animaux sur le site). Une fois un casier rempli, celui-ci est recouvert d'une couverture semi-perméable d'au moins 1 m d'épaisseur, d'une couche drainante et d'un couvert de terre végétale afin de limiter les infiltrations d'eaux pluviales. D'autres modes de couverture présentant des garanties équivalentes (géomembrane par exemple) peuvent être utilisées.

La réglementation impose également la collecte et le traitement du biogaz. Il est donc capté, puis souvent brûlé en torchère. Les conduits de collecte et de transport du biogaz doivent être capables de résister aux diverses contraintes de l'installation (contraintes mécaniques, tassement, agressions physico-chimiques, ...). D'une manière générale, ce captage se fait par extraction active avec un ventilateur ou un compresseur. Les puits de captage peuvent être montés au fur et à mesure de l'élévation du site ou par forage dans l'alvéole comblée.

²² La perméabilité d'un matériau se mesure par le coefficient de perméabilité K exprimé en m/s. On considère de manière générale, qu'un matériau semi-perméable à un coefficient compris entre 10^{-6} et 10^{-8} m/s. En dessous de 10^{-8} m/s, le matériau est considéré comme imperméable. Les CSDU de classe 1 doivent quant à eux être construits sur des sols imperméables ($K < 10^{-9}$ sur au moins 5 m d'épaisseur).

²³ Circulaire n° DPPR/SDPD3/DB 060535 du 6 juin 2006 relative aux Installations de stockage de déchets non dangereux – Application de l'arrêté du 19 janvier 2006

Figure 10. Evolution des gaz produits au cours de la vie d'un centre de stockage de déchets ménagers et assimilés



AGV : acide gras volatils CH₄ : méthane CO₂ : dioxyde de carbone N₂ : diazote O₂ : dioxygène

Source : Centre Wallon de Biologie Industrielle, Université de Liège, Atlas des décharges d'ordures ménagères dans les pays en développement : principes théoriques, 2006 disponible sous le lien <http://www.ulg.ac.be/cwbi/projets/atlas/>

Les rejets

Les lixiviats

Les lixiviats de CSDU de classe 2 sont composés de matière organique décomposée ou en suspension, de micro-polluants organiques et d'éléments métalliques libres ou liés à d'autres atomes. La composition des lixiviats va évoluer en cours de stockage. On considère que pendant les cinq premières années, la teneur en métaux de ces lixiviats peut atteindre 2 g/L. Dans le cas d'un CSDU de classe 1, la production de lixiviat est limitée car la gestion du site est faite de sorte que les déchets soient rapidement recouverts et isolés des eaux de pluie. De plus, les déchets étant stabilisés, la charge polluante est relativement faible. Les lixiviats doivent être récupérés par un système de drainage (géo-membrane) puis traités sur le site ou acheminé vers une station de traitement. Dans la quasi-totalité des centres accueillant des déchets dangereux, les lixiviats générés sont utilisés pour la réalisation de liants hydrauliques afin de solidifier les déchets [INVS, 2005].

Des défaillances au niveau des géo-membranes ont été constatées au cours des années 90, les principales origines de ces défauts ont été recensées : mauvaise mise en place de la couche granulaire (73% des cas), mauvaise pose de la géo-membrane (24%), atteinte pendant l'exploitation, ... D'une manière générale, la densité moyenne de défauts est estimée à 12 défauts à l'hectare. Ces défauts seraient plus nombreux sur les petites installations (plus grande circulation d'engins, plus de soudure manuelle, technologie de détection moins performante, ...) [Glandier, 2002].

Les émissions atmosphériques canalisées

Sous le terme " émissions canalisées " sont regroupées les émissions des torchères pour la destruction du biogaz et les rejets des chaudières, moteurs ou turbines utiles à sa valorisation. Comme pour les lixiviats, les gaz rejetés vont évoluer au cours de la vie du centre de stockage (**Figure 10**). Au cours de la phase méthanogène stable (la plus longue) les deux composants principaux du biogaz sont le méthane ($55 \pm 5\%$) et le dioxyde de carbone ($45 \pm 5\%$). D'autres composés minoritaires sont également présents : diazote, oxygène, eau, COV (sulfure d'hydrogène notamment) et des micropolluants organiques et métalliques, émis sous forme gazeuse ou particulaire.

D'une manière générale, on estime la production de biogaz entre 120 à 150 m³ par tonne d'OM stockée. Le bilan des émissions régionales, fait apparaître une contribution, pour les gaz à effet de serre, de 73% du biogaz des centres de stockage pour l'année 2000 (25% à l'échelle nationale) [AIRPARIF, 2005-ASTEE, 2005].

Tableau 17. Concentrations relevées dans la littérature concernant le biogaz et les rejets des torchères

Substances	Biogaz mg/m ³		Sortie torchère mg/m ³	
	min	max	min	max
1-2 dichloroéthane	5,0.10 ⁻²	1,7.10 ⁰	3,4.10 ⁻¹	-
Acétone	1,4.10 ¹	2,7.10 ¹	5,1.10 ⁻²	-
Acide chlorhydrique	-	-	4,7.10 ⁻¹	-
Acide fluorhydrique	-	-	6,8.10 ⁻¹	-
Arsenic	8,5.10 ⁻³	1,6.10 ⁻²	8,0.10 ⁻³	-
Benzène	1,1.10 ⁰	3,1.10 ¹	-	-
Benzo(a)pyrène	3,8.10 ⁻⁷	-	-	-
Cadmium	3,0.10 ⁻⁵	3,0.10 ⁻²	-	-
Chlorure de vinyle	2,0.10 ⁰	9,2.10 ¹	3,8.10 ⁻¹	-
Chrome total	5,6.10 ⁻³	9,1.10 ⁻²	1,4.10 ⁻²	-
Dioxyde de soufre	-	-	3,6.10 ⁻¹	-
Ethyl benzène	4,8.10 ⁰	1,5.10 ²	3,0.10 ⁻³	6,1.10 ⁻²
Manganèse	1,1.10 ⁻³	1,7.10 ⁻³	8,1.10 ⁻¹	-
Mercure	1,6.10 ⁻³	2,8.10 ⁻³	7,0.10 ⁻⁶	1,9.10 ⁻²
Monoxyde de carbone	1,1.10 ⁻²	-	1,1.10 ⁻²	-
Naphtalène	6,8.10 ⁻²	4,2.10 ⁻¹	2,0.10 ⁻³	-
Nickel	2,9.10 ⁻³	7,0.10 ⁻³	1,4.10 ⁻²	-
Oxydes d'azote	-	-	3,2.10 ⁻¹	-
Plomb	4,4.10 ⁻²	7,2.10 ⁻²	2,9.10 ⁻²	-
Poussières	-	-	5,0.10 ⁻¹	1,5.10 ⁰
Sulfure d'hydrogène	7,9.10 ⁰	1,0.10 ²	5,0.10 ⁻⁴	5,0.10 ⁻³
Tétrachloroéthylène	1,6.10 ⁰	6,2.10 ¹	6,0.10 ⁻⁴	5,1.10 ⁻¹
Toluène	1,1.10 ²	2,4.10 ²	1,8.10 ⁻²	4,5.10 ⁻¹
Trichloroéthylène	2,1.10 ⁰	4,6.10 ¹	7,0.10 ⁻⁴	3,1.10 ⁻¹
Zinc	9,2.10 ⁻¹	-	2,0.10 ⁰	-

[ASTEE, 2005]

Valeurs issues de l'enquête menée dans le cadre du réseau santé-déchets menée sur 2 sites français, et du rapport de l'INERIS (2002) ayant comparé des valeurs de mesures sur site français avec des valeurs issues de la littérature internationale. Si une seule valeur disponible, elle a été considérée comme une valeur minimale.

Les rejets des torchères sont constitués majoritairement de monoxyde de carbone, de dioxyde de soufre, de gaz acides (acide chlorhydrique et fluorhydrique) et de sulfure d'hydrogène. D'autres COV (non méthaniques) et métaux peuvent être émis sous forme gazeuse ou particulaire (<1%). La valorisation du biogaz dans une chaudière à vapeur ou dans un moteur ou une turbine, entraîne le rejet dans l'atmosphère d'oxyde d'azote et de soufre, de monoxyde de carbone, de COVNM et de poussières. Des micro-polluants organiques et des éléments métalliques sont émis également (**Tableau 17**). La fréquence des analyses du biogaz et des émissions des torchères est fixée dans l'arrêté d'exploitation du site. En matière de chaudière utilisant le biogaz, l'arrêté du 20 juin 2002 relatif aux chaudières présentes dans une installation nouvelle ou modifiée d'une puissance supérieure à 20 MWth prescrit des valeurs limites d'émissions pour les principaux éléments polluants. Pour les moteurs et turbines, il s'agit de l'arrêté du 11 août 1999 relatif à la réduction des émissions polluantes des moteurs et turbines à combustion.

Les émissions atmosphériques diffuses

Le taux de captage des gaz diffère selon les sites et dans le temps. Il peut être réalisé en cours d'exploitation ou lorsque l'alvéole est recouverte. Du biogaz est donc susceptible d'être émis sous forme diffuse. Les opérations de déversement des déchets peuvent générer également des émissions atmosphériques de poussières, tout comme les travaux de terrassement et d'aménagement du site en cours de remplissage. Enfin, la circulation des engins sur le site est une source de monoxyde de carbone, d'oxydes d'azote et de soufre, de particules. Des éléments métalliques et des micro-polluants organiques (HAP) peuvent être également émis sous forme gazeuse ou particulaire.

Les agents biologiques

Des agents biologiques ont déjà été détectés dans les lixiviats de centres de stockage mais le plus souvent en nombre assez faible. La génération de bio-aérosols dans les alvéoles en cours d'exploitation lors de certaines opérations spécifiques (déversement, compactage des déchets) semble être prépondérante. Les concentrations retrouvées d'après les données disponibles font état de 10^3 - 10^5 UFC/m³ en bactéries et de 10^3 - 10^4 UFC²⁴/m³ en champignons dans les ambiances des sites. Lors du stockage, la température va augmenter, inactivant de nombreuses bactéries pathogènes et virus. Au bout de quelques semaines, la flore microbienne devient relativement constante avec une présence majoritaire de *Bacillus*, *Citrobacter*, *Agrobacter*, *Enterobacter* et *Pseudomonas* [INERIS, 2003].

²⁴ UFC pour unité formant colonie, il s'agit de l'unité pour dénombrer les cellules, les bactéries et les parasites viables.

Figure 11. Les étapes du compostage des déchets

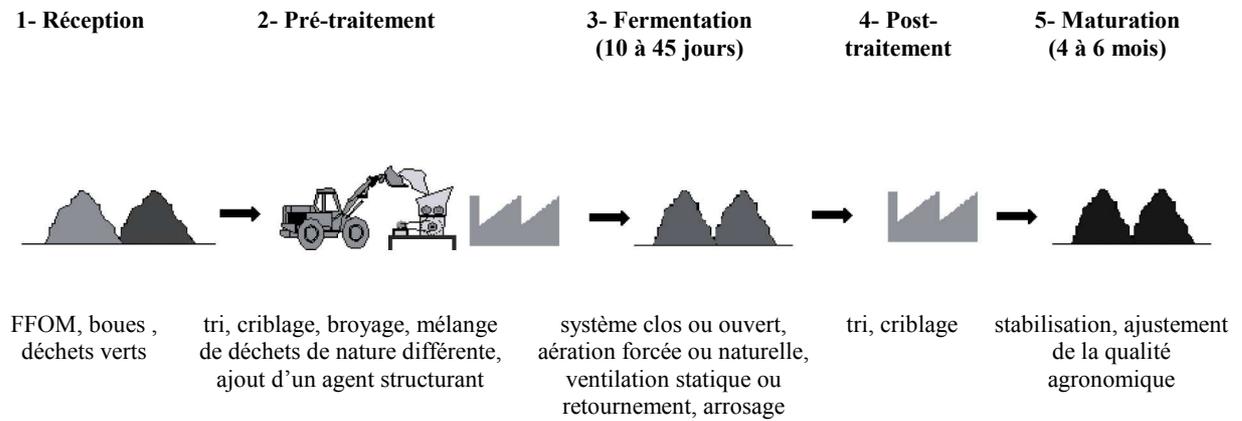
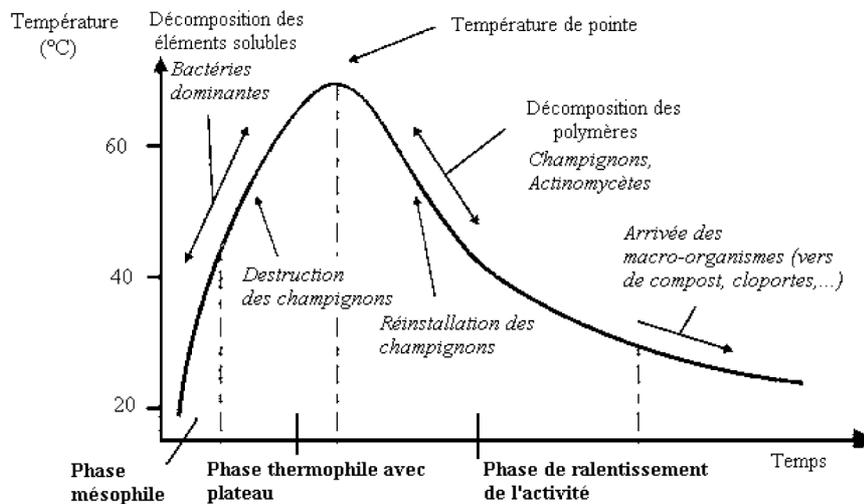


Figure 12. Evolution de la température au cours du compostage



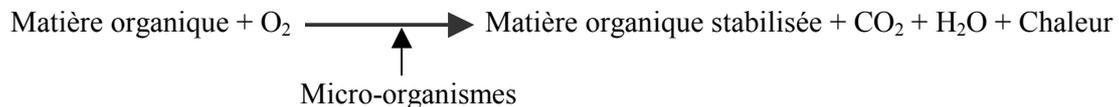
Source: Figure adaptée du site du Portail environnement de Wallonie : le compostage en tas disponible sous le lien <http://mrw.wallonie.be/DGRNE/education/compost/COMPOSTAGEENTAS.htm>, 2006

Les rejets des plate-formes de compostage

Le procédé

Description générale

La matière organique est une substance biodégradable, c'est-à-dire facilement décomposable par les micro-organismes en molécules simples utilisables par les plantes. Cette dégradation se déroule en présence d'oxygène (milieu aérobie) dans le cas du compostage, selon le bilan suivant :



Les micro-organismes dégradent la matière par la production d'enzymes. Leur action modifie la composition du substrat mais aussi la température et le pH du milieu. Des populations de micro-organismes vont ainsi se succéder afin de s'adapter à ces nouvelles caractéristiques du milieu. Le compostage s'articule autour des deux étapes principales suivantes (**Figure 11** et **Figure 12**) :

- La phase de fermentation s'étend de quelques jours à quelques semaines. Il s'agit de la phase de dégradation rapide de la matière organique. Elle nécessite un apport en eau et en oxygène important et entraîne le dégagement de dioxyde de carbone et de chaleur. Lors de cette étape, la multiplication des micro-organismes saprophytes²⁵ et la température élevée concourent à la destruction de la plupart des micro-organismes pathogènes pouvant être présents dans le produit à l'origine : on parle d'hygiénisation du compost. A l'issue de cette phase, on observe une réduction du volume (30% à 50%) et de la masse (40 à 60%) de la matière initiale.
- La phase de maturation intervient lorsque la température commence à diminuer. La phase de maturation peut durer de quelques semaines à plusieurs mois selon la qualité agronomique attendue du compost. L'activité des premiers micro-organismes est peu à peu remplacée par celle d'organismes de plus grande taille et aboutit à l'homogénéisation du compost. Au bout de quelques semaines, le produit obtenu est un compost jeune. Celui-ci peut évoluer vers une structure proche de l'humus au terme d'un processus d'environ 6 mois. On considère que le compost est mature s'il ne s'échauffe plus lors du retournement, s'il ne repart pas en anaérobiose lors du stockage et s'il n'immobilise pas l'azote lorsqu'il est incorporé dans un sol.

²⁵ Un micro-organisme est dit saprophyte lorsqu'il se nourrit de la matière organique en décomposition.

Figure 13. Les paramètres importants lors du compostage

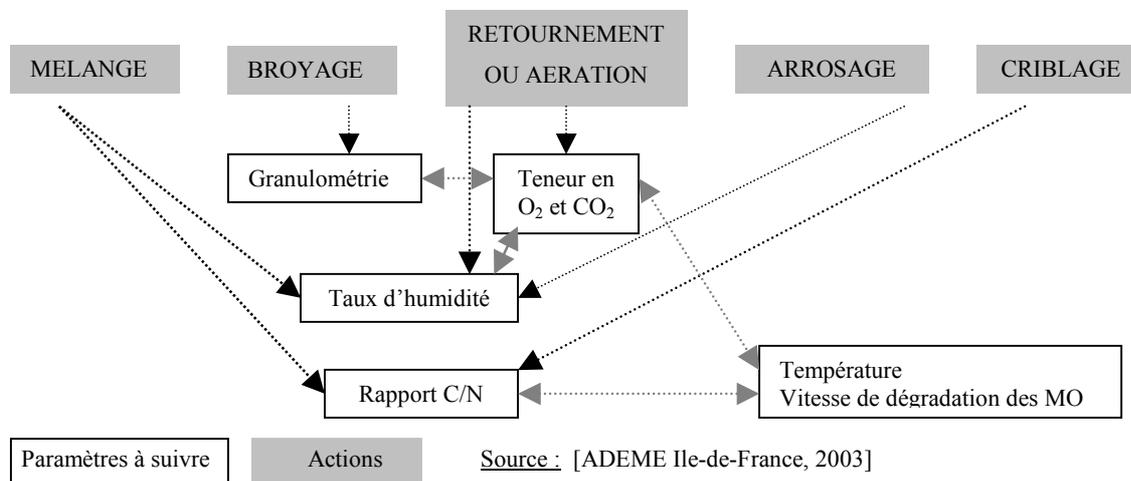
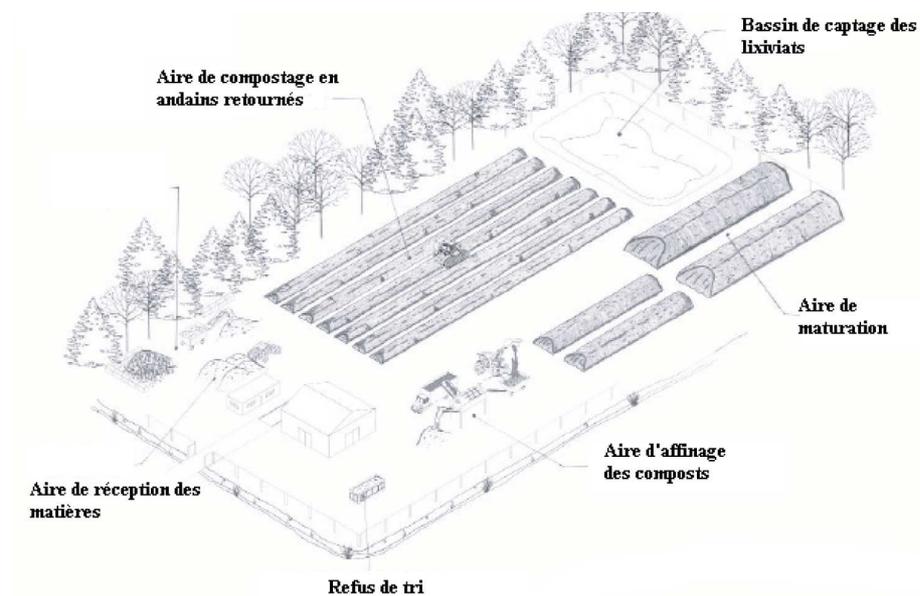


Figure 14. Aménagement typique d'un centre de compostage en andains à l'air libre



Source : [Union des municipalités du Québec, 2006]

Les paramètres importants (Figure 14)

L'aération est la base du processus de compostage, le taux d'oxygénation doit être maintenu suffisamment élevé afin de rester dans des conditions aérobies (taux d'oxygène de 20% environ). Les conditions optimales d'aération sont atteintes avec des produits possédant une humidité compatible (taux d'humidité autour de 40 à 70%) et une granulométrie adaptée. Le tri, le criblage et le broyage des produits au cours du procédé permettent d'atteindre ces conditions. Un agent structurant (paille, copeaux de bois,...) peut être également ajouté au produit initial. Pendant les phases de fermentation aérobie active, les micro-organismes consomment plus de carbone que d'azote ; selon les auteurs, un rapport C/N autour de 25-30 dans le produit initial permet d'assurer une bonne cinétique de réaction. Le suivi de la température est le principal garant du déroulement adéquat du procédé. L'hygiénisation peut être atteinte avec un maintien du compost à 60°C pendant 4 jours.

Les techniques de compostage

Il existe de nombreux procédés de compostage qui se différencient par le type de système (clos ou ouvert), le mode d'aération (naturelle ou forcée) et le mode de ventilation (statique ou retournement). Le compostage est dit « lent » lorsque l'aération est réalisée avec des matériels de retournement, qui peuvent aller jusqu'à 20 brassages pendant la phase de fermentation. Ce type de compostage se réalise en andains, bâchés ou non. Le compostage est dit « accéléré » lorsque le processus est optimisé via un contrôle des paramètres biologiques, ce qui raccourcit la durée du traitement. L'ADEME a entamé en 2005 un recensement des installations de compostage. En Ile-de-France, le procédé le plus représenté est le compostage lent de type VEGETERRE avec des andains²⁶ à l'air libre, principalement pour les déchets verts (Figure 15). Pour des déchets moins poreux et plus rapidement dégradables (boues, déchets alimentaires), l'aération forcée est souvent utilisée. Un réseau de drains, placés sous les matières à traiter, aspire l'air et la refoule.

Devenir du compost

En 2000, en Ile-de-France, la grande culture (cultures céréalières, oléoprotéagineuses, industrielles alimentaires et non alimentaires) absorbait à peu près la totalité de la production annuelle de compost urbain et de déchets verts sur des terres situées à proximité des unités de traitement. De nouveaux débouchés sont apparus au fil des années : écoulement en viticulture, en agriculture biologique, utilisation pour l'aménagement paysager...

²⁶ Long tas étroits, généralement triangulaires, pouvant atteindre 3 m de hauteur pour les matériaux les moins denses (feuilles par exemple).

Tableau 18. Caractéristiques des composts selon les normes françaises NFU 44-051 et NFU 44-095

	NFU 44-051	NFU 44-095			
Physico-chimique (kg/tMB)					
Matière sèche		> 500			
Matière organique	*	> 200			
Azote total	*	< 30			
P ₂ O ₅	*	< 30			
K ₂ O	*	< 30			
MO/N	*	< 40			
Inertes (% sur MS)					
Films plastiques et PSE	0,3				
Autres plastiques	0,8				
Verres et métaux	2,0				
ETM (mg/kgMS)			Ecolabel européen	DE* Compost classe 1	DE* Compost Classe 2
As	18	18	-	-	-
Cd	3	3	1	0,7	1,5
Cr	120	120	100	100	150
Cu	300	300	100	100	150
Hg	2	2	1	0,5	1
Pb	180	180	100	100	150
Se	12	12	1,5	-	-
Zn	600	600	300	200	400
Ni	60	60	50	50	75
CTO (mg/kgMS)			* Projet de Directive européenne portant sur le traitement biologique des bio-déchets		
Fluoranthène	4,0	6,0			
Benzo(a)pyrène	1,5	2,0			
Benzo(b)fluoranthène	2,5	4,0			
Agents pathogènes					
(Eufs d'hoelminthes viables	0 dans 1,5 g MB ¹ 0 dans 1,5 g MB ²	0 dans 25 g MB ¹ 0 dans 1,0 g MB ²	¹ Cultures maraîchères ² Autres cultures		
<i>Salmonella</i>	0 dans 25 g MB ¹ 0 dans 1 g MB ²	0 dans 25 g MB ¹ 0 dans 1 g MB ²			
Indicateurs de traitement					
<i>E. Coli</i>	100 / g MB ¹	1 000 / g MB ²			
Entérocoque	10 000 / g MB ¹	100 000 / g MB ²			

MB : Matières brutes MS : Matières sèches

* Les critères devant être satisfait ici dépendent du mode d'obtention des amendements organiques suivants : Fumiers, Déjections animales sans litière, Fumiers et/ou lisiers et/ou fientes compostés, Compost vert, Compost de fermentescibles alimentaires et/ou ménagers, Matières végétales, Matières végétales en mélange, Mélange de matières végétales et de matière animales, Compost végétal, Compost de matières végétales et animales, Compost de champignonnière.

Les composts

La loi du 13 juillet 1979 relative à la mise sur le marché des matières fertilisantes et des supports de culture constitue la base réglementaire relative au compost. Elle prévoit une homologation du produit par le Ministère de l'agriculture ou, à défaut, une autorisation provisoire de vente ou de distribution pour expérimentation. Ces dispositions ne s'appliquent pas au produit respectant les normes rendues d'application obligatoire : la norme NFU 44-051 pour les produits fabriqués à partir de déchets végétaux et animaux et les composts urbains fabriqués à partir des ordures ménagères, et la norme NFU 44-095²⁷ pour les composts à base de boues. D'autre part, tout compost comportant une part de boues doit faire l'objet d'un plan d'épandage.

La norme NFU 44-051 (avril 2006) et la norme NFU 44-095 donnent des valeurs limites afin de garantir la qualité agronomique et l'innocuité du compost (caractéristiques physico-chimiques, teneur en Eléments traces métalliques ou ETM, composition en agents pathogènes, ...). Au niveau européen, un Ecolabel a été adopté en 1994 mais les valeurs exigées en matières d'éléments traces métalliques ont été jugées trop ambitieuses par les professionnels. En France, il a été peu utilisé. Enfin, un projet de directive européenne relative au traitement biologique des déchets verts est en cours d'élaboration. Elle fixe deux classes environnementales pour les composts de bio-déchets produits. Le **Tableau 18** synthétise les valeurs proposées en matière d'éléments traces métalliques.

Sur la plupart des plates-formes de compostage de déchets verts franciliennes, le seul suivi pratiqué actuellement est une analyse agronomique et de teneur en éléments traces métalliques en moyenne une fois par an. Seules de très rares installations contrôlent le compost du point de vue bactériologique (Epiasis-Rhus, Saint-Ouen l'Aumône,...). De manière générale, les composts de déchets verts et de fermentescibles produits aujourd'hui en Ile-de-France satisfont à la future norme en matière d'éléments traces métalliques. Les composts issus de déchets ménagers présentent de manière générale une qualité visuelle moindre et peuvent dépasser les valeurs de l'Ecolabel pour certains éléments [Paris Ecologie et ORDIF, 2006]. En ce qui concerne les aspects bactériologiques, aucun élément ne permet de justifier de l'innocuité de ces composts.

²⁷ Rendue obligatoire en 2004.

Tableau 19. Contribution de chaque type de déchets dans le nombre de coliformes trouvé dans les ordures ménagères

Déchets	Contribution au nombre de coliformes totaux	Contribution au nombre de coliformes fécaux
Papiers	33 - 66%	13-30%
Déchets verts	18 - 19%	6%
Couches	<1 - 4,5%	<1-36%
Textiles	6%	
Fines (< 2,54 cm)	1 - 8%	43%
Déchets alimentaires	Néant	3-8%
Métaux	Néant	11%
Verre	Néant	4%
Caoutchouc et acier	Néant	11%

Source : [Fedorak, 1991]

Les rejets

Les refus de compostage

Sur les installations de compostage les étapes de tri et de criblage génèrent des déchets solides constitués d'emballages, de pièces métalliques, de débris de verre et de plastiques. Ces déchets sont généralement envoyés vers les autres centres de traitement (incinérateur et CSDU) ; ils peuvent être parfois réintroduits dans le processus de compostage en tant qu'agents structurants.

Les rejets liquides

Il s'agit des eaux de percolation issues des aires de fermentation, de maturation et de stockage, des eaux de ruissellement du site ainsi que des condensats de gaz de process. Dans le cas le plus défavorable où le compostage s'effectue à l'air libre, on estime que 30% de la pluie tombant sur le produit peut se trouver sous forme de jus. Inversement dans le cas d'un compostage sous abri, les rejets liquides peuvent être nuls. La plupart des installations de compostage sont équipées d'aires bétonnées ou enrobées d'imperméabilisant afin d'éviter tout transfert vers les sols. Ces eaux doivent être collectées et traitées avant rejet dans le milieu. Elles sont parfois réintroduites dans le process (humidification du compost). Les valeurs limites réglementaires de rejet au milieu naturel sont précisées dans l'arrêté d'exploitation du site.

Les émissions atmosphériques

L'émission de gaz durant le compostage est due à la volatilisation de composés contenus initialement dans les matières en compostage et à l'activité des micro-organismes. Le gaz émis est un gaz saturé en eau, composé principalement de dioxyde de carbone, d'ammoniac et de diazote. D'autres composés peuvent être émis en quantités très faibles : COVNM, méthane, oxydes d'azote, composés soufrés, ... Hormis pour les installations où le confinement est complet, le volume de ces émissions n'est pas connu. Des poussières peuvent également être mises en suspension dans l'air lors de la manipulation des produits (retournement du compost, transport) ou sous l'action du vent (installation à l'air libre).

Les agents biologiques

De par leur origine, les déchets utilisés dans le compostage contiennent une grande quantité de micro-organismes (Tableau 19). Parmi eux, on peut dénombrer des microorganismes entériques.

La plupart de ces germes, particulièrement les germes pathogènes, sont mésophiles²⁸ et sensibles aux antibiotiques émis par d'autres micro-organismes tels que les actinomycètes. Ils seront donc théoriquement détruits lors du compostage. Néanmoins, certaines conditions (montée en température insuffisante à certains endroits du compost, re-contamination par des fientes d'oiseau dans le cas d'un stockage du compost à l'air libre,...) pourraient induire la présence de ces germes dans le compost et les ambiances des sites.

La flore induite lors du compostage est nombreuse (concentration en bactéries totales de l'ordre de 10^5 UFC/m³). Les bactéries pathogènes identifiées sont des bactéries Gram négatives (*Salmonella sp.*, *Enterobacter sp.*, *Klebsiella sp.* notamment) et des actinomycètes (*Thermonospora* et *Thermoactinomyces*, mais aussi *Saccharomonospora* et *Faenia rectivirgula*). De nombreuses espèces de champignons sont identifiées dans le compost et dans l'air ambiant des usines de compostage (genres prédominants : *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Mucor*, *Penicillium* et *Rhizopus*).

Enfin, des endotoxines, des mycotoxines et des glucanes, substances élaborées par certains micro-organismes, peuvent être potentiellement présents dans le produit initial, dans le compost ou l'air ambiant des usines de compostage.

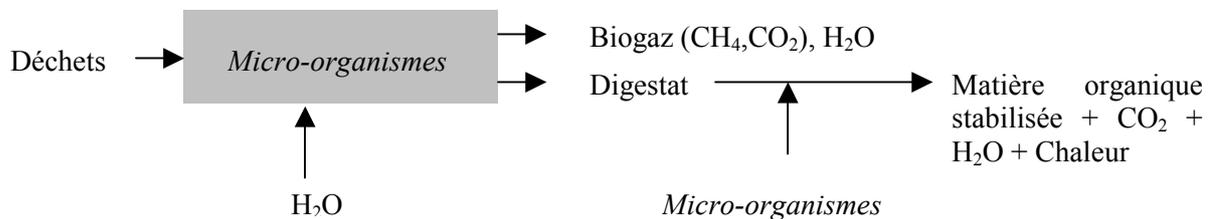
²⁸ On parle de micro-organisme mésophile lorsque celui-ci est capable de se développer à des températures de l'ordre de 25 à 45°C. Au-dessus de ces températures, l'organisme est qualifié de thermophile.

Les rejets des plate-formes de méthanisation

Le procédé

Description générale

La méthanisation est un procédé biologique de dégradation de la matière organique des déchets par des micro-organismes se déroulant en absence d'oxygène (fermentation anaérobie) dans un digesteur complété par un traitement de compostage du digestat obtenu.



Les étapes de dégradation mises en œuvre sont les mêmes que pour les installations de stockage et peuvent être réparties entre différents groupes de bactéries : hydrolyse-fermentation, acido-génèse, acétogénèse et méthanogénèse. Les installations sont souvent constituées de plusieurs unités :

- Une unité de réception et de tri des déchets en provenance des ménages et de pré-traitement (broyage). Les déchets admis dans le digesteur sont les déchets fermentescibles (biodéchets ménagers, déchets verts et déchets de marché) et d'autre part les ordures ménagères résiduelles ;
- L'unité de méthanisation à proprement parlé : la matière organique y est transformée par digestion anaérobie en un compost et en biogaz.
- Une unité de post-traitement : le digestat est déshydraté (pressage, centrifugation,...) afin de recycler la matière sèche dans la chaîne de traitement puis composté seul ou en co-compostage pour compléter sa fermentation ou son hygiénisation.

Les éléments importants

L'élément primordial nécessaire à la méthanisation, après les micro-organismes, est le digesteur. Il s'agit d'une cuve fermée et étanche, isolée thermiquement et équipée de dispositifs plus ou moins élaborés d'agitation et de suivi. Le bon fonctionnement des installations suppose un rapport C/N proche de 30% dans les matières à traiter. Afin d'assurer une bonne fermentation, le substrat doit êtreensemencé de façon homogène en flore microbiologique.

Tableau 20. Teneurs moyennes en éléments traces métalliques trouvées dans les composts et les digestats compostés

mg/kgMS	Compost (compostage seul)		Digestat composté	
	DV	DV + biodéchets	OMr	DV + biodéchets
Arsenic	-	6 - 18	2 - 12	4 - 6
Plomb	4 - 120	60 - 180	45 - 600	70 - 125
Cadmium	0 - 1,5	0,8 - 1,6	3 - 5	0,4 - 0,6
Chrome	<100	70 - 200	90 -250	15 - 30
Cuivre	15 -70	60 -70	150 - 350	25 - 40
Mercur	<1	0,3 - 1	3 - 7	0,1 - 0,4
Molybdène	-	1 - 3	1,8	5
Nickel	-	0 - 1	5,1	5
Plomb	4 - 120	60 -180	450 - 600	70 -125
Sélénium	-	0 - 1	5,1	5
Zinc	-	6 - 18	2 - 12	4 - 6

OM_r Ordures ménagères résiduelles

Source : [CREED, 2001 selon ADEME, 2006]

Les différentes technologies

On distingue les procédés par voie sèche (25-35% de matière sèche) ou liquide (15% de matière sèche). Usuellement, le substrat est chauffé à une température proche de 35-37°C, (procédé mésophile). Si le degré d'hygiénisation voulu est supérieur, la température est placée à 55°C (procédé thermophile). La bonne homogénéisation du milieu est assurée par un brassage régulier qui peut être assurée soit par des agitateurs mécaniques, par réinjection du bio-gaz formé ou par effet piston (le substrat introduit « pousse le substrat en place »). Le post-traitement par compostage s'effectue le plus souvent en andains par aération forcée.

Les composts

Le post-traitement par compostage ou co-compostage du digestat issue de la fermentation anaérobie permet d'obtenir un produit comparable à un compost aérobie du point de vue agronomique et sanitaire, valorisable en agriculture. Le **Tableau 20** fournit une comparaison sur les teneurs en éléments métalliques, entre des composts issus de sites de compostage en France et d'autres provenant d'installations de méthanisation.

Les rejets

Les rejets solides : refus de compostage

Les étapes de tri et de criblage génèrent des déchets solides constitués d'emballages, de pièces métalliques, de débris de verre et de plastiques. Ces déchets sont généralement envoyés vers les autres centres de traitement (incinérateur, centres de stockage) ; ils peuvent être parfois réintroduits dans le processus en tant qu'agents structurants.

Les rejets liquides

La méthanisation génère des effluents liquides. Ceux-ci peuvent être recyclés dans le process. La fraction excédentaire est traitée avant rejet dans le milieu naturel.

Le rejets atmosphériques canalisés

Le bio-gaz formé est constitué majoritairement de méthane (50 à 70%) et de dioxyde de carbone (30 à 50%, ADEME, 2006). Il contient également du sulfure d'hydrogène, de l'azote, de l'hydrogène. Les installations, étanches, doivent permettre de capter la totalité du gaz formé et de le stocker en vue d'une valorisation. Cette valorisation dans une chaudière à vapeur ou dans un moteur ou une turbine, entraîne le rejet dans l'atmosphère d'oxydes d'azote et de soufre, de monoxyde de carbone, de COVNM et de poussières. Des micro-polluants organiques et des éléments métalliques sont émis également.

Les rejets atmosphériques diffus

La nécessité de travailler en réacteur fermé durant la phase de fermentation anaérobie permet de limiter les émissions de gaz et de particules dans un premier temps. Lors de la phase de compostage, les substances rejetées sont identiques à celles issues d'un processus de compostage unique, les quantités rejetées sont néanmoins moins importantes : près de 200 fois moins de COV, la moitié moins d'ammoniac par exemple.

Les agents biologiques

Une digestion anaérobie thermophile est capable d'assurer l'hygiénisation des produits traités à partir de 15 jours ; les souches thermorésistantes sont principalement des bactéries sporulées²⁹ de type *Clostridium* ou *Bacillus aureus*. La digestion mésophile, par contre, n'offre qu'un taux d'abattement de l'ordre de 90% à 98%, insuffisant pour prévenir le développement ultérieur des bactéries lors du stockage. Le couplage à un post-traitement aérobie de type compostage est donc primordial pour compléter l'hygiénisation du produit.

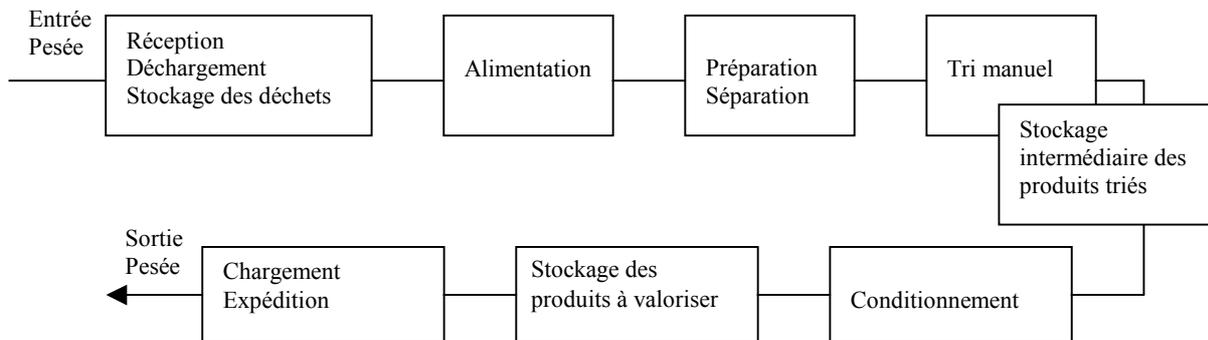
²⁹ Certaines bactéries ont la capacité de développer une forme de résistance appelée « spore » lui permettant de survivre temporairement à des conditions de vie défavorables (températures extrêmes, rayons UV, ...)

Les rejets des centres de tri

Le procédé

Description générale

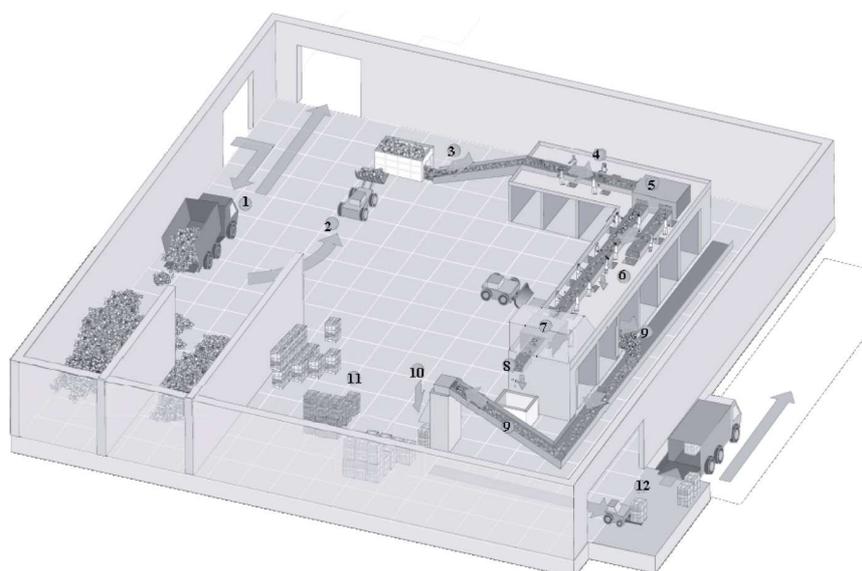
La conception et l'organisation générale d'un centre de tri dépendent de l'évaluation des besoins, des objectifs de qualité à atteindre et des évolutions prévisibles en matière de nature et de quantité de déchets traités. Les principales phases habituellement rencontrées sont données ci-dessous :



Elles sont détaillées ci dessous :

- Réception, déchargement et stockage des déchets : le camion est d'abord identifié à l'entrée du site puis pesé. Un contrôle qualité est généralement réalisé avant le déchargement des déchets, qui s'effectue soit au sol sur une plate-forme aménagée, soit à partir d'un quai de déchargement surélevé.
- Alimentation de la chaîne de tri : le déplacement des déchets est effectué par différents types d'engins (chargeur à godet, pelle à grappin...). Des convoyeurs permettent d'acheminer ces déchets vers les premiers équipements de tri. Un pré-tri manuel ou automatique peut intervenir à ce stade afin d'extraire les déchets les plus volumineux ou dangereux.
- Préparation et séparation : l'objectif de cette phase est d'améliorer la qualité du gisement et de faciliter le travail des opérateurs en aval. Les différents équipements que l'on peut rencontrer sont des automates de tri servant à séparer les plastiques, des cribles, des ouvre-sacs, des régulateurs de couches permettant d'étaler les déchets, des séparateurs électromagnétiques, des machines à reconnaissance optique pour les centres les plus récents...

Figure 15. Conception d'un centre de tri : schéma général



- 1- Stockage des déchets issus des collectes sélectives
- 2- Chargement des déchets
- 3- Pré-tri automatique : ouverture des sacs
- 4- Pré-tri manuel : séparation des emballages plastiques
- 5- Tri-mécanique : séparation des corps légers et lourds, des corps pleins et creux
- 6- Tri manuel : plastiques, emballages cartons, aluminium
- 7- Champ magnétique
- 8- Refus de tri
- 9- Presse-à balle
- 10- Balles
- 11- Zones de stockage matériaux triés
- 12- Quai de transfert des matériaux vers les filières de retraitement

Tableau 21. Emissions atmosphériques attendues selon le type de matériau traité par un centre de tri

	Bioaérosols	Poussières inertes	Poussières de silice	ETM
Carton	+	++	-	+
Journaux / magazines	+	++	-	+
Métaux	++	-	-	++
Plastiques	++	+	-	+
Verre	++	+	+	+
Encombrants	-	++	++	+

Importance attendue :

- pas
- + faible
- ++ plus important

Source : [Duclos, 1997]

- Tri manuel et stockage intermédiaire : le tri des déchets qui ne peut être réalisé économiquement et à des niveaux de qualité corrects par des moyens mécaniques est effectué en cabine par des opérateurs. La cabine de tri se trouve généralement en surélévation afin de permettre une évacuation aisée des produits triés par des goulottes et venant tomber dans des zones réceptrices (alvéoles, bennes, ...).
- Conditionnement : certains produits tels que les plastiques, les cartons, les refus de tri sont compactés de façon à faciliter leur transport vers les repreneurs, d'autres sont broyés, palettisés ou mis en conteneurs.
- Stockage des produits triés : une zone spécifique du centre est dédiée au stockage des produits conditionnés. Celui-ci s'effectue généralement à l'extérieur sur des aires aménagées par catégories, les produits les plus sensibles sont stockés à l'abri de la pluie.
- Chargement et expédition : le chargement est réalisé sur différentes zones suivant la nature et le conditionnement des produits expédiés. Les camions sont généralement pesés en sortie. Certaines expéditions sont réalisées par voies ferrées ou voies navigables.

Ces éléments sont repris en Figure 16.

Les éléments importants

L'efficacité du tri dépend fortement des consignes de tri à la source (séparation en une ou plusieurs fractions) et de la qualité des apports. Afin d'optimiser les coûts de gestion du site et de faciliter le travail des équipements et opérateurs, le taux de refus³⁰ doit être le plus bas possible.

Les rejets

Rejets liquides

Les rejets liquides du centre sont constitués par les eaux de process : eaux de lavages, eau de brumisation, ... Ces eaux sont collectées et traitées sur site avant leur rejet vers le milieu extérieur.

Rejets atmosphériques

Le passage des déchets dans les machines de tri mécanique génère une grande quantité de poussières.

³⁰ Le taux de refus est le rapport entre les quantités refusées de déchets entrant sur un site et les quantités triées.

Ces machines peuvent être équipées d'un capotage pourvu d'un système d'aspiration des poussières par ventilateur d'air. Avant rejet vers l'extérieur, l'air est alors épuré par un filtre avant rejet vers le milieu extérieur. Le déversement et la manipulation des déchets au cours des différentes étapes de tri entraînent la formation également de poussières. Sur certains sites, une rampe de brumisation permet de pulvériser de très fines gouttelettes d'eau afin de limiter leur envol.

Ces poussières sont constituées essentiellement de poussières inertes, mais selon la nature des déchets entrants, peuvent contenir des éléments métalliques (tri des métaux, emballages), de la silice (présence de gravats). Le Tableau 21 donne une estimation de l'importance attendue des poussières émises en fonction du type de déchets triés sur le centre.

Agents biologiques

Des microorganismes peuvent se trouver à l'origine dans les déchets traités dans le centre. Ceux-ci, mis en suspension dans l'air, libres ou associés à des poussières, peuvent former un bio-aérosol. Les micro-organismes majoritaires retrouvés sont des bactéries Gram négatif ainsi que des champignons. Des endotoxines ont été mesurées également à des concentrations élevées dans les ambiances des sites.

Tableau 22. Substances rejetées par les installations de traitement des déchets ménagers et nuisances

	Incinérateur	Plate-forme de compostage	Plate-forme de méthanisation	Enfouissement	Mesures de limitation sur les sites
Emissions gazeuses ou atmosphériques					
Biogaz	NC		x	x	Captage et combustion
Méthane (diffus)	NC	x	x	x	Aucune
Dioxyde de carbone (diffus)	x	x	x	x	Aucune
Acide chlorhydrique	x	NC	NC	NC	Epuration des gaz
Acide fluorhydrique	x	NC	NC	NC	Epuration des gaz
Bioxyde de soufre	x	NC	NC	NC	Epuration des gaz
Métaux	X	x	x	x	Epuration des fumées
Particules	x	x	x	x	Epuration des fumées
Monoxyde de carbone	x	NC	NC	NC	Contrôle de la combustion
PCDD/F-PCB	x	NC	NC	NC	Augmentation de la température et épuration des fumées
COV (diffus)	x	x	x	x	Aucune
HAP (diffus)	x	x	x	x	Aucune
Micro-organismes	NC	x	x	x	Aucune
Emissions liquides ou dans l'eau					
Métaux lourds	x	x	x	x	Captage et traitement sur site ou en station d'épuration des eaux de process, des lixiviats
HAP	x	x	x	x	
COV	x	x	x	x	
Micro-organismes	NC	x	x	NC	
Emissions solides ou dans les sols					
Métaux lourds	NC	x	x	x	Respect de la norme pour les composts, double barrière de protection pour les centres de stockage
Pesticides	NC	x	x		
HAP	NC	x	x	x	
Nuisances					
Bruits	x	x	x	x	Distance entre installation et habitations, recouvrement, réduction de la manipulation des déchets
Odeurs	NC	x	x	x	
Présence d'animaux nuisibles	NC	x	NC	x	

NC : Non concerné

Bilan

Le Tableau 24 présente pour chaque installation les grandes familles de composés rejetées. Compte-tenu de la diversité des installations, et des déchets entrants, les valeurs de concentrations à l'émission vont fortement varier d'un site à l'autre. Les données de la littérature ne sont donc pas forcément représentatives des sites franciliens.

De manière générale, les rejets canalisés des installations sont traités avant transfert dans les différents compartiments de l'environnement. Le respect des différentes réglementations concernant ces rejets par les exploitants et le contrôle des pouvoirs publics devraient donc permettre de limiter leur effets sur les milieux et les populations. Il faut néanmoins garder à l'esprit que ces normes sont établies à partir de connaissances scientifiques disponibles à un moment donné et/ou l'émergence de nouvelles préoccupations et sont donc évolutives. En outre, certaines installations ont été par le passé à l'origine de rejets importants de polluants car elles n'utilisaient pas les meilleures technologies disponibles (possibilité technique à un coût rentable) du moment. La mise en place d'une réglementation de plus en plus sévère a ainsi permis d'imposer à ces installations d'utiliser les meilleures technologies.

Les rejets diffus sont réglementés mais non contrôlés. Le compartiment air semble principalement concerné pour les installations de stockage et les plate-formes de compostage même si actuellement, les zones dédiées à l'élaboration du compost sont recouvert d'une bâche. Les substances rejetées sont constituées d'agent chimiques, mais aussi d'agents biologiques.

Enfin, parallèlement à ces rejets, le fonctionnement des installations peut également entraîner des nuisances : bruit, odeurs, poussières, trafic routier... Ces nuisances sont très dépendantes des technologies employées sur les sites (installation à l'air libre ? traitement anti-odeur ?) et des pratiques des exploitants (recouvrement des déchets ? mise en place d'horaires d'ouverture afin de favoriser la tranquillité des riverains ?).

Tous ces éléments seront à examiner à la vue de leurs effets sur la santé des populations riveraines dans les parties suivantes.

Généralités

Certaines substances émises par les installations de traitement des déchets peuvent être responsables de troubles dont les délais et la fréquence d'apparition varient en fonction de la voie et de la durée de l'exposition, du type de polluant et de la sensibilité du sujet.

Diffusion des polluants dans les compartiments environnementaux

L'environnement est contaminé par les rejets dans l'atmosphère et les rejets liquides.

L'air ambiant est le premier milieu contaminé par les rejets dans l'atmosphère. La dispersion de ces rejets va dépendre de nombreux facteurs : hauteur de l'émissaire, vitesse et direction du vent, précipitations, ... Les surfaces quelles qu'elles soient (naturelles, agricoles, bâties..) et les végétaux peuvent être contaminés à des niveaux plus ou moins élevés par le dépôt de particules présentes dans le panache. Les eaux superficielles peuvent être contaminées également par ces dépôts ainsi que par le ruissellement et le lessivage par les précipitations des sols contaminés. Enfin, les eaux souterraines peuvent être également atteintes lorsqu'elles sont en contact avec des eaux de surface et par la migration des substances polluantes à travers les sols.

Les rejets liquides, canalisés ou diffus, peuvent contaminer quant à eux les sols, les eaux de surface ou souterraines.

Les voies d'atteintes des populations

Les populations peuvent être exposées aux rejets de trois façons :

- Par inhalation des composés émis dans l'atmosphère (gaz, particules) ou par remise en suspension des particules déposées au sol ;
- Par ingestion d'aliments, d'eau ou de sol contaminés ;
- Par contact cutané avec les substances polluantes résultant du dépôt sur la peau ou les vêtements des particules, ou de l'immersion dans un milieu liquide contaminé.

Cette dernière voie d'exposition est dans la plupart des cas considérée comme minoritaire par rapport aux voies d'exposition interne (inhalation et ingestion). Le devenir des toxiques dans l'organisme et leurs effets vont ensuite différer selon leurs propriétés (bio-disponibilité, bio-accumulation par exemple).

Rappel : Les deux types d'effets considérés en évaluation des risques sanitaires

De manière générale, la distinction peut être faite entre les effets aigus et les effets chroniques. Les effets aigus sont les effets d'apparition brusque et d'évolution rapide. Ils sont le plus souvent liés à une exposition courte mais à forte dose. Ils disparaissent en général spontanément quand cesse l'exposition. Les effets chroniques correspondent, quant à eux, à des manifestations cliniques persistantes se développant lentement. Ils sont souvent en rapport avec une exposition faible mais prolongée. Ils peuvent survenir plusieurs décennies après l'exposition (temps de latence) et sont habituellement irréversibles en l'absence de traitement.

La relation dose-effet, spécifique d'une voie d'exposition, établit un lien entre la dose de substance mise en contact avec l'organisme et l'occurrence d'un effet toxique jugé critique et se traduit par la valeur toxicologique de référence (VTR). Deux catégories de relation dose-réponse sont considérées en évaluation des risques, selon le mécanisme de survenue des effets toxiques.

Les effets toxiques avec seuils (ou déterministes) correspondent aux effets non cancérigènes, non mutagènes, non génotoxiques, dont la gravité est proportionnelle à la dose. Pour une exposition par ingestion (voie orale), la VTR est appelée Dose journalière admissible (DJA) et s'exprime en mg/kg/jr. Pour la voie respiratoire, on parle de Concentration admissible dans l'air (CAA) exprimée en $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Cette dose est obtenue expérimentalement ou à partir d'études épidémiologiques. Afin de tenir compte des variabilités intra et inter-espèces, suivant les conditions d'obtention de la valeur, elle est divisée par un facteur d'incertitude (au minimum de 10). Ces VTR sont définies pour un temps d'exposition donné : aigu (quelques heures à quelques jours), sub-chronique (quelques jours à quels mois) ou chronique (à partir d'une année).

Les effets toxiques sans seuil (ou stochastiques) correspondent pour l'essentiel aux effets cancérigènes génotoxiques, pour lesquels la fréquence de survenue est proportionnelle à l'exposition. On parle alors d'excès de risque unitaire (ERU), c'est-à-dire de la probabilité supplémentaire pour un individu de développer la pathologie s'il est exposé toute sa vie à une unité de dose de la substance par rapport à un individu non exposé. Pour les voies ingestion et cutanée, l'ERU s'exprime en $(\text{mg}/\text{kg}/\text{j})^{-1}$. Pour la voie respiratoire, elle s'exprime en $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$.

Les dangers associés aux différentes substances rejetées

Les contaminants atmosphériques

L'inhalation constitue le principal mode de pénétration des contaminants atmosphériques dans le corps humain. Il est donc normal que les organes du système respiratoire soient les plus exposés à ces contaminants même si d'autres organes peuvent être affectés à la suite de leur pénétration dans le système respiratoire.

Les particules

De façon générale, les particules supérieures à 10 μm de diamètre sont captées au niveau du système respiratoire supérieur (nez et pharynx) tandis que celles plus petites, de 2 à 3 μm de diamètre, s'insinuent profondément jusque dans les alvéoles pulmonaires (Figure 17, page suivante).

Les effets des particules sur la santé de l'homme sont relativement bien connus grâce aux nombreuses études toxicologiques et épidémiologiques qui existent sur le sujet. L'OMS rapporte une corrélation entre l'augmentation de la mortalité toutes causes confondues et un écart d'exposition chronique de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ des niveaux de PM_{10} ou de $\text{PM}_{2,5}$ ³¹. De même une augmentation des hospitalisations pour causes respiratoires ou cardiovasculaires est associée à une augmentation de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ du niveau journalier de PM_{10} ou de $\text{PM}_{2,5}$. Certaines études semblent montrer une réduction de l'espérance de vie de une à deux années en cas d'exposition chronique à des concentrations annuelles moyennes supérieures à 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ($\text{PM}_{2,5}$) ou 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ($\text{PM}_{2,5}$) [INERIS].

Les gaz

Les effets associés à ces gaz sont divers : effets irritatifs des muqueuses cutanées et respiratoires (acide chlorhydrique, dioxyde de soufre, sulfure d'hydrogène), effets sur la fonction pulmonaire (dioxyde d'azote), effets neurologiques (monoxyde de carbone)... L'interaction de divers contaminants a souvent pour effet d'augmenter la toxicité des contaminants pris séparément (effet de synergie) : c'est le cas par exemple pour le dioxyde de soufre associé aux matières particulaires respirables.

³¹ Les PM_{10} et les $\text{PM}_{2,5}$ sont des particules dont le diamètre aérodynamique est respectivement inférieur à 10 μm et 2,5 μm .

Figure 16. Pénétration des particules dans l'organisme

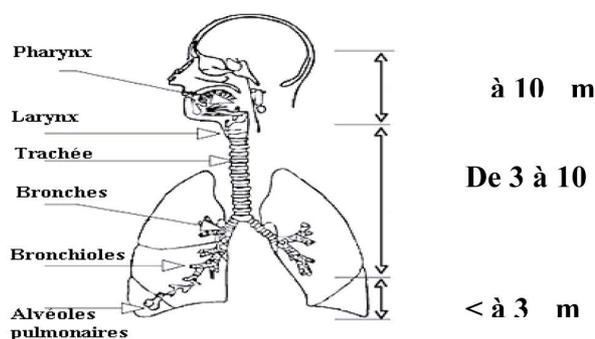


Tableau 23. Pouvoir de réchauffement global des principaux gaz à effet de serre

Gaz à effet de serre	Formule brute	PRG*	Durée de séjour approximative (an)**
Dioxyde de carbone	CO ₂	1	200
Méthane	CH ₄	22	12,2
Protoxyde d'azote	N ₂ O	310	120

* Pouvoir de réchauffement global : il permet de comparer les gaz, en simplifiant on peut dire que 1 kg de méthane dans l'atmosphère aujourd'hui produira le même effet, sur le siècle, que si on avait mis 22 kg de dioxyde de carbone.

** Durée de séjour : estimation du temps qui est nécessaire à ce que le gaz en surplus disparaisse de l'atmosphère.

Source : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

Tableau 24. Valeurs limites de qualité de l'air pour quelques polluants

Moyenne (µg/m ³)		Horaire	Journalière	Annuelle
Monoxyde de carbone	CO	<u>10 000</u>	-	-
Dioxyde d'azote	NO ₂	<u>240</u>	-	<u>48</u>
Oxydes d'azote	NO _x	<u>200</u>	-	<u>30</u> (40)
Ozone	O ₃	(120, exposition de 8 h)	-	-
Dioxyde de soufre	SO ₂	<u>350</u>	<u>125</u>	<u>20</u> (50)
Particules	PM ₁₀	-	<u>50</u>	<u>40</u>
	PM _{2,5}	-	-	<u>15</u> *

Les critères nationaux de qualité de l'air correspondent aux valeurs soulignées ; ils résultent principalement :

- Du décret, n°2002-213, du 15 février 2002 relatif à la surveillance de la qualité de l'air et de ses effets sur la santé et sur l'environnement, aux objectifs de qualité de l'air, aux seuils d'alerte et aux valeurs limites ;
- Du décret, n°2003-1085, du 12 novembre 2003 portant transposition de la directive 2002/3/CE du Parlement européen et du Conseil du 12 février 2002 et modifiant le décret n° 98-360 du 6 mai 1998 relatif à la surveillance de la qualité de l'air et de ses effets sur la santé et sur l'environnement, aux objectifs de qualité de l'air, aux seuils d'alerte et aux valeurs limites.

Ces critères ont été établis sur la base des valeurs-guides de l'OMS sauf pour les oxydes d'azote pour lesquels les valeurs limites françaises ont été abaissées de manière à tenir compte d'effets sur la végétation ou sur les écosystèmes. Les valeurs guides fournies par l'OMS sont précisées entre parenthèses.

Ces valeurs limites françaises ont été mises en place à compter de 2005 pour les PM₁₀ et le SO₂ et à partir de 2006 pour le NO₂, elles seront abaissées linéairement chaque année avec des nouveaux objectifs pour 2010. Pour les PM_{2,5}, il n'existe pas de valeur limite ni de valeur-guide, [avis de mai 2006 relatif au projet de Directive européenne sur la qualité de l'air ambiant du Conseil supérieur d'hygiène publique de France].

A côté des ces impacts potentiels sur la santé des populations, certains de ces gaz peuvent également présenter des impacts environnementaux :

- Augmentation de l'effet de serre : Les principaux gaz à effet de serre sont la vapeur d'eau, le dioxyde de carbone, le méthane, le protoxyde d'azote et l'ozone. Hormis la vapeur d'eau, évacuée en quelques jours, les gaz à effet de serre mettent très longtemps à quitter l'atmosphère. Ils sont caractérisés par leur potentiel de réchauffement global (PRG) par référence au dioxyde de carbone (Tableau 23).
- Eutrophisation / acidification des milieux : Les phénomènes d'eutrophisation sont liés à des excès d'azote dans les sols et les eaux qui portent préjudice à la diversité des plantes capables de pousser dans les zones atteintes. Les principaux gaz impliqués dans ces phénomènes sont les oxydes d'azotes et l'ammoniac. Les pluies acides, de leur côté, perturbent l'équilibre chimique des sols et des eaux de surface, ce qui favorise la mise en solution de métaux toxiques et entraîne l'appauvrissement des sols. Les principaux gaz impliqués sont les oxydes de soufre, et l'acide chlorhydrique.

Les micropolluants organiques

Hydrocarbures aromatiques polycycliques

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques sont des composés issus de combustions incomplètes et regroupent :

- Les composés non halogénés (HAP) : anthracène, pyrène, benzopyrène... ;
- Les composés halogénés (HAPH) : certains atomes sont substitués par des atomes de brome, de chlore, soit les deux (composés mixtes) : c'est notamment le cas pour les polychlorodibenzo-p-dioxines (PCDF), polychlorodibenzofurannes (PCDF), les biphénils (PCB), le naphthalène...

Toutes ces molécules ont des propriétés physico-chimiques communes : elles sont peu volatiles, faiblement hydrosolubles, mais sont fortement lipophiles. On les retrouve dans tous les compartiments de l'environnement, leur grande stabilité les rend d'autre part très difficilement biodégradables. Ces propriétés leur confèrent un fort pouvoir bio-accumulatif, en particulier dans les tissus adipeux des organismes vivants. Du fait des propriétés de bio-accumulation de ces composés, la voie alimentaire représente une voie d'exposition très importante pour la population générale (> 95% des expositions pour les HAPH).

Tableau 25. Les facteurs d'équivalent toxique PCDD/F et PCB selon l'OMS

PCDD	Coef.	PCDF	Coef.	PCB	Coef.
2,3,7,8 PCDD	1	2,3,7,8-TCDF	0,1	3,4,4',5-TCB	0,0001
1,2,3,7,8-PeCDD	1	2,3,4,7,8-PeCDF	0,5	3,3',4,4'-TCB	0,0001
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,1	1,2,3,7,8-PeCDF	0,05	3,3',4,4',5-PeCB	0,1
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0,1	1,2,3,4,7,8-HxCDF	0,1	3,3',4,4',5,5'-HeCB	0,01
1,2,3, 7,8,9-HxCDD	0,1	1,2,3,7,8,9-HxCDF	0,1	2,3,3',4,4'-PeCB	0,0001
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0,01	1,2,3,6,7,8-HxCDF	0,1	2,3,4,4',5-PeCB	0,0005
OCDD	0,0001	2,3,4,6,7,8-HxCDF	0,1	2,3'4,4',5-PeCB	0,0001
		1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,01	2,3,4,4',5-PeCB	0,0001
		1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0,01	2,3,3',4,4',5-HxCB	0,0005
				2,3,3',4,4',5-HxCB	0,0005
				2,3',4,4',5,5'-HxCB	0,00001
				2,3,3',4,4',5,5'-HpCB	0,0001

L'application de ces TEF à un mélange complexe permet de déterminer une teneur globale dans le milieu considéré de la famille chimique, exprimée à l'aide de l'indice international de toxicité I-TEQ. Cette teneur est obtenue en sommant les concentrations de chaque congénère pondérées par leur TEF respectif, soit :

$$Cx \text{ I-TEQ} = \sum (C_i \times (I)\text{TEF}_i)$$

Avec

Cx I-TEQ : concentration du mélange x en toxiques équivalents internationaux

Ci : concentration du congénère i

(I)-TEFi : facteur (international-) d'équivalence toxique du congénère i

Il existe deux séries de TEF pour les dioxines : l'une est proposée par l'OTAN, l'autre par l'OMS. Le tableau 27 présente ces facteurs d'équivalence toxique :

Pour l'OTAN, en 1988, des TEF ont été fixés pour 7 congénères de PCDD (sur 75) et 10 de PCDF (sur 135) ;

Pour l'OMS, depuis 1997, des TEF des congénères de PCDD et PCDF ont été modifiés au vu de nouvelles données toxicologiques, et des TEF ont été ajoutés pour 12 congénères de PCB dits « dioxin-like ».

Source : [OMS, 1997]

Tableau 26. Les teneurs maximales autorisées en PCDD/F et PCB dans les denrées alimentaires

Denrées alimentaires	Teneurs maximales autorisées PCDD/PCDF – TEQ	Teneurs maximales autorisées PCDD/F-PCB-TEQ
Viande :		
- ruminant	3,0 pg/g de graisses	4,5 pg/g de graisses
- volaille/gibier	2,0 pg/g de graisses	4,0 pg/g de graisses
- porc	1,0 pg/g de graisses	1,5 pg/g de graisses
Chair de poisson (hors anguille)	4,0 pg/g de poids frais	8,0 pg/g de poids frais
Lait et produits laitiers	3,0 pg/g de graisses	6,0 pg/g de graisses
(Eufs de poule	3,0 pg/g de graisses	6,0 pg/g de graisses

Source : Règlement CE 466.2001 de la Commission du 8 mars 2001 modifié portant fixation de teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires

A ces composés, sont associés une vaste gamme d'effets toxiques probables ou prouvés : dégradation du système immunitaire, effets sur la reproduction et le développement et propriétés cancérigènes.

De par leur toxicité potentielle, les PCDD/PCDF demeurent un sujet majeur d'inquiétude au sein de la population française. Emis dans l'atmosphère sous forme particulaire, ils peuvent être transportés sur de longues distances avant de retomber à la surface des sols et des milieux aquatiques. Les concentrations des dioxines dans les sols reflètent une contamination à long terme, alors que celles sur les végétaux reflètent plutôt une contamination de faible antériorité.

Il existe actuellement 75 PCDD et 135 PCDF. Sur ces 210 molécules, 17 présentent une toxicité avérée, la plus toxique étant la tétrachloro-2,3,7,8 dibenzo-para-dioxine (2,3,7,8-PCDD) appelée également dioxine de Seveso.

Ces composés sont émis sous forme de mélange complexe. Pour tenter d'estimer le risque associés à ces mélanges complexes, l'approche des facteurs d'équivalent de toxicité (TEF) a été développée. Il s'agit de traduire les différences de toxicité par un coefficient de pondération pour chacun de ces composés en prenant comme base un coefficient 1 pour la dioxine de Seveso (**Tableau 25**). En faisant la somme des quantités de congénères mesurées dans le mélange, pondérées par leur coefficient de toxicité respectif, on obtient pour un échantillon, sa teneur en « Equivalent toxique dioxines et furannes » ou I-TEQ.

Au niveau européen, des teneurs maximales en PCDD/F et PCB dans les denrées alimentaires ont été fixées dans un souci de protection de la santé publique. Elles sont données dans le Tableau 28.

Tableau 27. Limites de qualité en COV et éléments métalliques des eaux destinées à la consommation humaine

Paramètre	Limite de qualité
Composés organiques volatils (COV)	
Benzène*	1 µg/L
Chlorure de vinyle	0,5 µg/L
1,2-dichloroéthane*	3 µg/L
Tétrachloroéthylène et trichloroéthylène	10 µg/L
Eléments traces métalliques	
Antimoine	5 µg/L
Arsenic	10 µg/L
Cadmium*	5 µg/L
Chrome	50 µg/L
Cuivre	2 mg/L
Mercuré total*	1 µg/L
Nickel*	20 µg/L
Plomb*	10 µg/L
Sélénium	10 µg/L

Décret 2001-1220, du 20 décembre 2001, en application de la Directive européenne du 3 novembre 1998

* Substances prioritaires de la directive cadre sur l'eau qui fixe comme objectif d'atteindre le bon état des eaux en 2015.

COV

Les composés organiques volatils (ou COV) regroupent une multitude de substances qui peuvent être d'origine naturelle ou produites par l'homme. Ils sont toujours composés de l'élément carbone et d'autres éléments tels que l'hydrogène, les halogènes, l'oxygène, le soufre... Leur volatilité leur confère l'aptitude de se propager plus ou moins loin de leur lieu d'émission.

Les effets des COV sont très divers : ils vont de simples irritations des voies respiratoires, à une diminution de la capacité respiratoire jusqu'à des risques d'effets mutagènes et cancérigènes. Les COV sont également des précurseurs de la pollution photochimique. Parallèlement à leur action directe sur l'homme, ils peuvent engendrer par réaction dans la troposphère avec les radicaux libres, d'autres polluants dits secondaires. Les aldéhydes, produits lors de la première étape de l'oxydation des COV sont par exemple des irritants de la peau, des muqueuses et de l'arbre respiratoire.

Les éléments traces métalliques

Sous le terme d'éléments traces métalliques ou ETM sont regroupés les métaux de transition de la classification périodique (Cr, Zn, Mn, Fe, Co, Ni, Cu) auxquels sont ajoutés Hg, Cd et Pb et un certain nombre des métalloïdes dont As et Se³². Ils sont présents dans tous les compartiments de l'environnement, sous différentes formes chimiques. Si une partie des émissions anthropiques en ETM part directement dans le sol et les eaux, l'essentiel est d'abord émis dans l'atmosphère avant de rejoindre les deux autres compartiments de l'environnement (eau et sol). Les métaux ont des propriétés de bio-accumulation dans les tissus des êtres vivants.

Les effets associés aux ETM sont principalement des effets sur le système nerveux central et les reins. Certaines formes de ces éléments sont susceptibles d'entraîner des cancers (Pb, méthylmercure, Cr^{VI} et composés du Ni).

Le transfert des COV et des éléments métalliques de l'air vers les milieux aquatiques peut altérer la production d'eau potable. Au niveau européen, la Directive cadre sur l'eau, dans son annexe 10, fixe un certain nombre de substances prioritaires dans le domaine de l'eau. Les valeurs réglementaires de qualité des eaux destinées à la consommation humaine pour la France sont données dans le **Tableau 27**.

³² Chrome (Cr), Zinc (Zn), Manganèse (Mn), Fer (Fe), Cobalt (Co), Nickel (Ni), Cuivre (Cu), Mercure (Hg), Cadmium (Cd), Plomb (Pb), Arsenic (As), Sélénium (Se).

Tableau 28. Liste non exhaustive des pathologies associées à quelques micro-organismes présents dans les ambiances des sites de traitement des déchets

Micro-organismes	Type de réactions	Exemple	Pathologies
Virus	Infections	Poliovirus Hépatovirus Rotavirus	Paralysie, méningite, fièvre, poliomyélite Hépatite infectieuse Gastro-entérite
Bactéries	Infections	<i>Actinomyces israeli</i> <i>Bacillus anthracis</i> <i>Enterobacter</i> <i>Klebsiella pneumoniae</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>Salmonella spp.</i>	Actinomycosis Charbon bactérien Infections opportunistes Pneumonie Suppurations, infections urinaires Salmonelloses
Champignons	Immunoallergiques	<i>Aspergillus fumigatus</i> <i>Trichophyton rubrum</i>	Aspergillose, infection des voies respiratoire, mycose profonde Mycose superficielle
Endotoxines	Immunoallergiques et toxiques	-	Symptômes grippaux , fièvre, frissons, fatigue, douleurs musculaires et articulaires, rhinite, asthme, ODS, pneumopathies d'hypersensibilité, broncho- pneumopathie chronique,...
Mycotoxines		-	
Glucanes		1,3-β-d-glucanes	

Agents biologiques

De nombreux entéro-pathogènes sont dénombrés dans les déchets d'origine urbaine, dus à la présence de couches souillées, de mouchoirs, de déchets alimentaires putrescibles, (Cf. Annexe, inventaire des microorganismes identifiés). Ce sont des bactéries, des virus, des champignons et des parasites. Ils représentent un risque infectieux et sont surtout dangereux par ingestion.

D'autres micro-organismes sont susceptibles de se développer au cours du traitement des déchets (compostage, méthanisation, stockage). Ce sont des bactéries mésophiles et thermophiles ainsi que des champignons. La pathogénicité peut être liée au micro-organisme lui-même ou bien à la sécrétion de toxines et à la dissémination de spores. Ils entraînent surtout des effets microbiologiques non-infectieux et sont avant tout dangereux par inhalation. En fonction des diamètres des particules dans l'air qui transportent ces pathogènes, peuvent également se surajouter des mécanismes irritatifs et cytotoxiques.

Les effets d'une exposition à de la poussière organique³³ (ou bioaérosol) restent actuellement peu documentés. Les observations décrites principalement dans le milieu agricole, dans les plantations de coton et dans l'industrie textile rapportent des effets chroniques sur différents organes : foie, rein, articulation, système nerveux central, peau et système digestif mais les effets les plus importants semblent être des symptômes respiratoires (Tableau 28).

Il semble difficile d'incriminer tel ou tel micro-organismes, néanmoins :

- Les champignons entraîneraient principalement des manifestations allergiques : rhinites, bronchites allergiques, asthme et alvéolites allergiques extrinsèques. Leur membrane cellulaire, riche en substances pro-inflammatoires (1,3- β -d-glucanes notamment) interviendrait dans la survenue de manifestations toxiques. Enfin, les mycotoxines synthétisées seraient des facteurs d'aggravation de la réaction allergique.
- Les actinomycètes thermophiles (bactéries Gram positif) seraient à l'origine de pneumopathies d'hypersensibilité alors que les endotoxines des bactéries Gram négatif seraient responsables du syndrome toxique des poussières organiques.

³³ Terme utilisé pour désigner une poussière d'origine végétale, animale ou microbiologique.

Tableau 29. Relation dose-effets concernant une exposition par inhalation aux endotoxines

Dose	Effets
20 ng/m ³	Augmentation de la réactivité bronchique
200 ng/m ³	Altération de la fonction pulmonaire
300 ng/m ³	Symptômes d'oppression respiratoire
1000 ng/m ³	Pneumopathie toxique

Source : [Deloraine, 1997]

Tableau 30. Valeurs guides de concentrations en micro-organismes retrouvées dans la littérature

Bactéries Totales	Bactéries Gram -	Champignons totaux	Endotoxines	Références
10 ⁴ UFC/m ³	10 ³ UFC/m ³	10 ³ -10 ⁴ UFC/m ³ (< 500 pour une même espèce)	-	Pays-Bas [Heida, 1995]
10 ⁴ UFC/m ³	10 ³ UFC/m ³	-	0,1 µg/m ³	France [Fabriès, 1997]
4,5.10 ³ UFC/m ³	-	-	0,01 µg/m ³	Canada [Grigg, 1997]
5,0. 10 ³ UFC/m ³	-	-	-	Suède [Malmros, 1990 – 1992]
-	-	-	0,045µg/m ³	Pays-Bas [Heederick, 1997]

Valeurs guides

Pour les endotoxines, selon Rylander [cité dans Deloraine, 1997], les effets seraient fonction de la dose (Tableau 29). Les valeurs guides proposées varient de 0,01 µg/m³ de 0,11 µg/m³. Pour les autres micro-organismes, aucune relation dose-effet n'a été mise en évidence de façon certaine. Cependant, des valeurs-guides ont été proposées par différents auteurs. En France l'INRS recommande des valeurs limites de 10⁴ UFC/m³ en bactéries totales, 10³ UFC/m³ en bactéries Gram négative. Pour la flore fongique, les valeurs guides varient entre 10³ et 10⁴ UFC/m³ avec moins de 500 UFC/m³ pour une même espèce. Ces valeurs sont regroupées dans le Tableau 30.

Les nuisances

Les nuisances sont ce que l'on appelle couramment " les pollutions de l'environnement " ressenties par l'homme. Au niveau individuel, elles se traduisent par une limitation du bien-être, la présence imaginaire ou réelle de risque sanitaire, l'expérience vécue d'un inconfort associé à une ou plusieurs composantes physiquement identifiables.

Nuisances olfactives [Bour, 2006]

Sur les installations de traitement de déchets, les nuisances olfactives sont générées par un ensemble de molécules odorantes, principalement :

- Les composés soufrés réduits issus des protéines soufrées ou de l'activité de bactéries sulfito-réductrices en milieu anaérobie sur les sulfates (sulfure d'hydrogène, mercaptans...);
- Les composés azotés : ammoniac, amines légères aliphatiques et cycliques issues de la dégradation des acides aminées et protéines ;
- Les acides gras volatiles : produits en grande quantité lors des phases d'acidogenèse et de traitement thermique (acide butyrique, valérique,...)

Ces substances sont caractérisées par un seuil de perception olfactive et un seuil de toxicité aiguë. Lorsque le seuil olfactif est proche de la concentration maximale admissible pour une exposition de 8 heures, la toxicité intrinsèque des substances peut être mise en cause dans l'apparition d'effets sanitaires.

Tableau 31. Seuil de perception olfactive et de toxicité de quelques polluants odorants

Nom	Formule	Descripteur d'odeur	Seuil olfactif (mg/m ³)	Intervalle des concentration détectables (mg/m ³)	Toxicité (ppbv) VLE ou VME
Acétaldéhyde	CH ₃ CHO	Fruit, pomme	3,42.10 ⁻¹		100000
Acide butyrique	C ₃ H ₇ COOH	Beurre rance	1,43.10 ⁻²	4.10 ⁻³ à 5.10 ⁻²	
Ammoniac	NH ₃	Irritant, piquant	4,08	3,4.10 ⁻¹ à 50	25000
Acide valérique	C ₄ H ₉ COOH	Sueur	2,04.10 ⁻²	5.10 ⁻³ à 2,05.10 ⁻²	
Butyraldéhyde	C ₃ H ₇ CHO	Rance	2,68.10 ⁻²	2.10 ⁻² à 5.10 ⁻²	
Diméthylsulfure	(CH ₃) ₂ S	Légumes pourris	5,8.10 ⁻³	2.10 ⁻³ à 3.10 ⁻²	
Indole	C ₈ H ₇ N	Viande pourrie	1,54.10 ⁻⁴	1,5.10 ⁻⁴ à 3.1 ⁻³	
Méthylamine	CH ₃ NH ₂	Poisson pourri	2,41.10 ⁻²		
Phénol	C ₆ H ₅ OH			2.10 ⁻⁴ à 4,3.10 ⁻¹	5000
Scatole	C ₉ H ₉	Fécal	3,08.10 ⁻³		
Sulfure d'hydrogène	H ₂ S	Œuf pourri	2,53.10 ⁻²	6,6.10 ⁻⁴ à 2,5.10 ⁻¹	5000
Triméthylamine	(CH ₃) ₃ N	Poisson pourri	5,91.10 ⁻³		5000
Valéraldéhyde	C ₄ H ₉ CHO	Fruit, pomme	2,16.10 ⁻²		

Evaluation et gestion des risques liés aux situations de nuisances olfactives, Atelier santé-environnement IGS 2005-2006

En revanche, lorsque le seuil de perception olfactive est atteint bien avant le seuil de toxicité aiguë, la manifestation des symptômes serait liée à un processus non toxicologique.

L'irritation des yeux et des muqueuses des voies respiratoires supérieures sont les symptômes les plus fréquemment cités par les populations exposées aux pollutions olfactives. Néanmoins, un grand nombre d'effets physiologiques touchent également les fonctions pulmonaires, cardio-vasculaires, nerveuses,... Le système olfactif étant fortement lié au système limbique (émotionnel), la perception d'odeurs désagréables de façon intermittente est également associée à des symptômes de type psychosomatiques : perturbation de l'humeur, stress, anxiété, troubles du sommeil, altération des performances d'apprentissage.

Plus que la concentration en molécules odorantes, l'importance des effets ressentis semble dépendre d'une sensibilité olfactive fonction de paramètres propres à chaque individu : âge (perte d'acuité), sexe (les femmes sont plus sensibles que les hommes dans la plupart des études), tabagisme (perte de sensibilité),... Environ 2% de la population seraient ainsi hypersensibles aux odeurs.

Nuisances sonores [ORS, 2003]

Le son provient de la vibration des molécules de l'air. Il se caractérise, entre autre par sa fréquence, son amplitude et sa durée :

- La fréquence correspond au nombre de cycles complets de vibrations en une seconde. Les sons graves ont une fréquence basse, par exemple entre 16 et 500 Hertz (Hz), les sons aigus ont une fréquence élevée, par exemple supérieure à 8 000 Hz. L'oreille humaine entend de 20 à 16 000 Hz : zone utile, car correspondant aux fréquences de la voix humaine et des sons familiers de nos activités : 500-3500 Hz.
- L'amplitude de l'oscillation qui représente la vibration correspond à l'intensité : plus l'amplitude est grande, plus le son est "fort".
- La durée permet de distinguer les sons impulsifs (inférieurs à 300 millisecondes), les sons impulsifs (inférieurs à 1 seconde), les sons continus (supérieurs à 1 seconde). Parmi ces derniers on distingue aussi les sons stables, fluctuants, intermittents.

Les niveaux sonores sont généralement mesurés en décibels (dB) : il s'agit d'une échelle logarithmique. Le niveau de référence (0 dB) représente le seuil de perception (et correspond à une pression de 20 μ Pa, soit 20 millièmes de Pascals).

Tableau 32. Valeurs guides de l’OMS pour le bruit ambiant

Environnement	Effets critiques sur la santé	L_{Aeq} en dB(A)*	Base temps en heure	L_{Amax} en dB*
Zone résidentielle extérieure	Gêne sérieuse pendant la journée et la soirée	55	16	-
	Gêne modérée pendant la journée et la soirée	50	16	-
Intérieur des logements	Intelligibilité de la parole et gêne modérée pendant la journée et la soirée	35	16	-
Intérieur des chambres à coucher	Perturbation du sommeil, la nuit	30	8	45
A l'extérieur des chambres à coucher	Perturbation du sommeil, fenêtre ouverte	45	8	60
Salles de classe et jardins d'enfants, à l'intérieur	Intelligibilité de la parole, perturbation de l'extraction de l'information, communication des messages	35	Pendant la classe	-
Salles de repos des jardins d'enfants, à l'intérieur	Perturbation du sommeil	30	Temps de repos	45
Cours de récréation, extérieur	Gêne (source extérieure)	55	Temps de récréation	-
Hôpitaux, salles/chambres, à l'intérieur	Perturbation du sommeil, la nuit	30	8	40
	Perturbation du sommeil, pendant la journée et la soirée	30	16	-
Hôpitaux, salles de traitement, à l'intérieur	Interférence avec le repos et la convalescence ¹			
Zones industrielles, commerciales, marchandes, de circulation, extérieur et intérieur	Perte de l'audition	70	24	110

¹ Aussi bas que possible.

* L_{Amax} représente le niveau maximal de bruit instantané

L_{Aeq} représente le niveau acoustique continu équivalent en décibels(A)

Pour la mesure des effets sur la santé, les niveaux sonores sont pondérés selon leur fréquence (pondération A), afin de rendre compte de la sensibilité de l'oreille humaine, qui diffère selon la gamme de fréquences considérée.

Enfin, les niveaux de bruit peuvent être fluctuants au cours du temps. Le niveau continu équivalent peut être utilisé afin de rendre compte de ces niveaux de bruit au moyen d'une seule valeur. Cette valeur représente le niveau sonore d'un bruit stable pendant la même période et qui produirait la même énergie. Le niveau continu équivalent peut être exprimé en décibels (L_{eq}), ou en décibels pondérés A (LA_{eq}).

L'effet des niveaux de bruit élevés sur le système auditif sont bien connus :

- Les traumatismes sonores aigus surviennent lors d'expositions même brèves à des niveaux sonores élevés (> à 120 dB). Le bruit peut alors entraîner la rupture du tympan et la luxation des osselets et provoquer la perte totale et souvent définitive de l'audition ;
- Les traumatismes sonores chroniques surviennent lors d'expositions répétées et durables à des bruits continus (entre 85 et 130 dB). Ils se caractérisent par une baisse d'acuité progressive et irréversible, parfois accompagnée de surdité temporaire et d'acouphènes.

Le bruit est susceptible d'avoir également des répercussions sur d'autres parties de l'organisme que le système auditif mais la quantification précise de ces effets est difficile. Les principaux effets extra-auditifs physiologiques engendrés par le bruit seraient notamment des troubles du sommeil (éveil à partir de 50 dBA, raccourcissement du cycle du sommeil profond à partir de 45 dBA), des désordres cardio-vasculaires et des modifications des systèmes sensoriels liées au stress (baisse de la vision, augmentation de la pression artérielle par exemple).

A plus long terme, le bruit peut provoquer des troubles psychosomatiques : perturbation de l'humeur, anxiété, altération des performances d'apprentissage principalement.

Les populations sensibles

Les effets d'un polluant dépendent de la sensibilité personnelle de l'individu exposé : âge, état de santé, facteurs de risques comportementaux (tabagisme, mode d'alimentation avec fort taux d'autoconsommation³⁴ par exemple), prédispositions génétiques... Ils dépendent aussi de l'exposition individuelle aux différentes sources de pollution, de la durée d'exposition à ces niveaux, de l'interaction éventuelle avec d'autres composés,... Il existe toutefois des personnes a priori plus sensibles que les autres.

Les enfants

Ils sont sensibles aux polluants atmosphériques en raison de leur activité à l'extérieur et de leur débit respiratoire de 2 à 3 fois supérieur à celui d'un adulte. Les voies respiratoires des jeunes enfants sont également plus fragiles car ils sont encore immatures sur le plan anatomique. Les bronches des nourrissons sont ainsi toutes petites, ne disposent que de peu de muscles sur la paroi et sont riches en glandes bronchiques qui se ramifient en bronchioles. En situation anormale, celles-ci fabriquent des sécrétions en excès qui peuvent les obstruer facilement et empêcher l'air de passer. Leur régime spécifique (forte consommation de lait, de fruits et de légumes), leur petite taille et leur tendance à tout porter à la bouche les exposent également aux effets nocifs des polluants pour la voie ingestion. Enfin, leur cerveau est particulièrement sensible aux substances neurotoxiques.

Les personnes immuno-déprimées

Il s'agit des personnes malades, des personnes âgées, des femmes enceintes,...L'organisme de ces personnes est affaibli du fait de défenses immunitaires, de capacité de détoxification (reins, foies) diminuées. Pour les femmes enceintes, s'ajoute la possibilité pour certains polluants de traverser la barrière placentaire et d'occasionner des dommages au fœtus ou au nouveau-né.

Les personnes ayant une susceptibilité particulière

Cette susceptibilité peut résulter d'expositions aiguës ou chroniques antérieures ou être liée à une pathologie donnée. Les personnes souffrant de problèmes respiratoires (asthmatiques, sujets allergiques ou insuffisants respiratoires chroniques), seront par exemple particulièrement vulnérables aux émissions de polluants atmosphériques : irritants, allergènes, agents infectieux...

³⁴ Consommation d'aliments produits par les ménages eux-mêmes (fruits, légumes du jardin, œufs...).

Les substances traceurs de risques sanitaires retenues *a minima* dans les études d'impact

Tous les polluants émis par un site ne sont pas pris en considération dans les études d'impact car les risques sanitaires liés à leur exposition peuvent être très inégaux. Plusieurs organismes se sont penchés sur le choix des substances traceurs de risques sanitaires à retenir pour les installations de traitement des déchets, en se basant sur différents critères : la toxicité du polluant, les quantités émises, le devenir dans l'environnement, la connaissance du mode d'action (effet à seuil, sans seuil), ... Les experts de l'ASTEE³⁵, ont publié différents guides fournissant le résultat de ces recherches [ASTEE, 2003 – 2005 – 2006].

D'une manière générale, il y est considéré qu'il est possible d'exclure le transfert vers la voie eau des substances présentes dans les effluents liquides canalisés qui sont traités avant rejet dans le milieu naturel. Les substances qu'ils recommandent de retenir, *a minima*, pour chacun des sites, sont données ci-dessous³⁶ :

POUR LE COMPARTIMENT AIR ...

Incinérateurs : particules, cadmium, mercure, plomb, nickel, chrome, arsenic, mercure, manganèse, (PCDD/F)

CSDU2 : benzène, sulfure d'hydrogène et 1,2-dichloroéthane

Compostage : cadmium, nickel, plomb, naphthalène, sulfure d'hydrogène, ammoniac, acétaldéhyde et benzène

⇒ *Bioaérosols, nuisances olfactives*
(composés odorants)

POUR LE COMPARTIMENT EAU ...

CSDU2 : benzène, 1,1,2-tri-chloroéthane, benzo(a)pyrène, arsenic, cadmium, nickel, trichloroéthylène, tétrachloroéthylène

³⁵ Association scientifique et technique pour l'eau et l'environnement

³⁶ Les dangers à chacune de ces substances sont fournis en Annexe 5.

Les experts scientifiques soulignent la nécessité d'évaluer les risques sanitaires liés aux rejets diffus des véhicules circulant sur les sites qui peuvent être importants ainsi que d'étudier les nuisances (sonores, olfactives,...) que peuvent induire les sites. Ces deux aspects sont encore très souvent négligés dans les études.

Enfin, ils indiquent la nécessité d'améliorer les connaissances scientifiques liées aux effets sur la santé des bio-aérosols qui ne sont pas être pris en compte actuellement notamment par manque de connaissances sur les relations doses-effets (absence de VTR) et des lacunes des techniques de prélèvement et de mesure.

Connaissance de l'exposition des populations

L'estimation de l'exposition des populations est confrontée à de multiples difficultés liées au nombre et à la diversité des polluants rejetés par les installations, à leur variabilité dans le temps et dans l'espace, à la présence éventuelle d'autres activités émettrices de polluants à proximité par exemple... Plusieurs méthodes peuvent être employées.

Méthode d'évaluation indirecte de l'exposition : les mesures dans les compartiments environnementaux et la modélisation

Afin de déterminer les concentrations dans les différents compartiments environnementaux avec lesquels les populations sont amenées à entrer à contact, cette étape peut faire appel à la mesure ou à la modélisation :

- La mesure de polluants dans l'environnement permet d'intégrer la complexité des phénomènes physiques, chimiques et biologiques pouvant intervenir mais pose des problèmes de limite de détection, de représentativité de l'échantillonnage et d'incertitude. En outre, elle fournit une indication globale qui intègre la pollution historique du site ou les apports des autres sources éventuelles de pollution ;
- La modélisation est souvent utilisée afin d'évaluer la part strictement attribuable de pollution et le risque sanitaire lié au fonctionnement d'une installation précise. Elle fait appel à des logiciels dont le degré de perfectionnement peut être très différent et influencer sur les résultats trouvés.

L'estimation de l'exposition est alors obtenue en croisant les données environnementales avec des facteurs humains : activités des populations, alimentation, temps de présence dans la zone, à l'extérieur, ...

Méthode d'évaluation directe : la mesure d'indicateurs biologiques d'exposition

A côté de ces méthodes indirectes d'estimation de l'exposition des population, la mesure directe de marqueurs biologiques (dans le sang, les urines, les cheveux...) peut être également réalisée. Bien que particulièrement intéressante car reflétant l'exposition interne des sujets, cette méthode traduit l'exposition totale des sujets et ne permet pas de distinguer les différentes sources d'exposition, ni l'origine professionnelle et non professionnelle.

Tableau 33. Répartition de la population et des surfaces agricoles dans un rayon de 5 km des incinérateurs franciliens

Installations		Dpt	Population dans les 5kms	% surface agricoles	% surfaces habitables
Petite Couronne	Issy-les-Moulineaux	92	959 717	14	32
	Saint-Ouen	93	1 113 371	13	31
	Ivry-sur-seine	94	1 182 246	12	33
	Rungis	94	371 767	19	27
Grande Couronne	Montereau-Fault-Yonne	77	29 665	59	6
	Monthyon	77	9 878	83	3
	Saint-Thibault-des-Vignes	77	124 674	2	19
	Vaux-le-Pénil	77	92 897	45	14
	Carrières-sous-Poissy	78	127 361	35	18
	Carrières-sur-Seine	78	365 142	20	34
	Guerville	78	70 100	45	13
	Thivernal-Grignon	78	71 884	52	12
	Massy	91	217 873	29	26
	Vert-le-Grand	91	65 134	52	9
	Villejust	91	112 295	39	18
	Créteil	94	483 110	15	31
	Argenteuil	95	365 347	17	33
	Sarcelles	95	262 763	39	23
Saint-Ouen l'Aumône	95	124 773	27	19	

Source : [ORS, 2004]

Tableau 34. Résultats des mesures en métaux dans l'air après et avant la fermeture d'un incinérateur

Métaux (ng/m ³)	Avant	Après	Remarques
Cadmium	0,35	0,28	Mesure à 3 km de la cheminée
Chrome	15	19	
Mercur	0,07	0,03	
Plomb	6,2	5,6	
Zinc	26	22	

Source : [Koblantz, 1997]

Contribution des installations de traitement des déchets à la contamination des différents compartiments environnementaux

Contribution à la pollution atmosphérique

La contribution des installations à la pollution atmosphérique locale est difficile à quantifier. En effet, les contributions mesurées dans l'air ambiant intègrent les pollutions provenant des différentes sources (connues ou non) présentes sur les sites étudiés. De plus les conditions météorologiques ont une influence importante sur la quantité de substances retrouvées en un lieu donné [INVS, 2005].

Incinérateur

En Ile-de-France, la majorité des installations sont situées en zone urbaine (Tableau 35). C'est notamment le cas des trois principaux sites qui totalisent plus de 60% de la capacité actuelle : Issy-les-Moulineaux (92), Saint-Ouen (93) et Ivry-sur-Seine (94). Quelques installations se trouvent en milieu à faible densité d'habitations (< 10% dans un rayon de 5 km du site) et à forte densité de surfaces agricoles³⁷ (> 45%) : Montereau-Fault-Yonne (77), Monthyon (77) et Vert-le-Grand (91).

De nombreux établissements accueillant du public sont situés dans l'entourage des incinérateurs. Ainsi près de 3900 établissements scolaires et 125 établissements de santé se trouvent dans un rayon de 5 km autour de ces unités de traitement.

L'incinération représente environ 2% des émissions totales de particules et de dioxyde de soufre en Ile-de-France, 4% des rejets d'oxydes d'azote et un peu plus de 25% des rejets de dioxines (Cf. Partie 2). Ces données, rappelons-le, correspondent à des valeurs d'émissions répondant aux anciens seuils réglementaires. Le respect des seuils réglementaires à compter de 2006 va permettre de diminuer cette contribution. Pour les PCDD/F, celles-ci, en l'absence de réduction des émissions des autres sources, devraient ainsi passer sous la barre des 5% (rejet prévu à compter de 2006 : 2,4 g par an [ORS, 2005]).

Concernant les immissions, c'est-à-dire la teneur en polluants dans l'air à proximité des sites, la part des incinérateurs est difficile à estimer.

³⁷ Ont été considérés comme des surfaces agricoles les terres labourées, les vergers, les pépinières, les surfaces en herbe à caractère agricole, les jardins familiaux, les surfaces de maraîchage et d'horticulture.

Tableau 35. Résultats de la campagne de mesures en dioxines dans l'air ambiant francilien d'AIRPARIF

PCDD/PCDF (pg I-TEQ/m ³)	Min	Max	Remarques
Argenteuil	0,04	0,05	-
Champlan	0,11	0,81	<i>Secteur de l'UIOM de Massy</i> : l'UIOM a pu contribuer en partie aux résultats, il n'est pas exclu à la vue des profils de congénères qu'une autre source ait pu y participer également
Fontainebleau	0,01	0,01	Zone rurale, forêt
Les Halles	0,16	3,41	La concentration la plus forte a été relevée en été Un feu dans un local de stockage d'ordures, dans le sous-sol du forum des Halles, pourrait expliquer cette valeur qui ne peut être attribuée ni aux rejets d'un UIOM ni à une installation de chauffage
Montereau		0,10	Capteur indisponible durant la phase hivernale
Clichy	0,05	0,09	<i>Secteur de l'UIOM de Saint-Ouen</i>
Gennevilliers	0,10	0,18	Pour Saint-Ouen : l'UIOM a pu contribuer en partie aux résultats, il n'est pas exclu à la vue des profils de congénères qu'une autre source ait pu y participer également
Ile-Saint-Denis	0,05	0,20	
Sarcelles	0,13	1,14	Pour Sarcelles : l'UIOM n'a pas participé aux résultats obtenus (le capteur n'a jamais été sous le vent de l'usine), la source locale n'a pas été identifiée
Saint-Ouen	0,09	1,02	

Source : [AIRPARIF, 2005]

Tableau 36. Concentrations moyennes en PCDD/F dans l'air ambiant de quelques pays européens

Pays	Date	Concentration dans l'air ambiant (pg ITEQ/m ³)			
		Rural	Urbain	Contaminé	Autre
Allemagne	1989-1985	-	-	-	0,002-0,812*
Belgique	1993	0,07-0,125	0,086-0,129	-	-
France	2004	-	-	-	UIOM du Mirail (Toulouse) : 0,037-0,051
Italie	1992-1995	-	0,048-0,277	-	-
Luxembourg	1992-1994	0,030-0,064	0,054-0,077	-	-
Pays-Bas	1992-1997	0,009-0,063	0,004-0,099	0,006-0,140	-
Royaume-Unis	1992-1996	0,001-0,024	<0,001-0,029	-	-
Suède	1988-1993	0,001-0,024	<0,001-0,810	14,8	-

Source : Pays hors France : [European commission, 1999] France : [ORAMIP, 2003]

* indéterminé

Tableau 37. Répartition de la population et des surfaces agricoles dans un rayon de 200 m et de 1 km autour des centres de stockage de déchets franciliens

Installations	Dpt	Populations dans un rayon de :		% surfaces agricoles		% surfaces habitables	
		200 m	1 km	200 m	1 km	200 m	1 km
Villeparisis (classe 1)	77	44	6909	9	27	1	13
Guitrancourt (classe 1)	78	0	508	19	46	0	3
Château Landon	77	0	1346	63	76	0	6
Claye-Souilly	77	0	354	32	60	0	1
Isles-les-Meldeuses	77	5	678	17	30	0	4
Moisenay-les-Bonnes	77	0	273	56	68	0	3
Monthyon	77	1	36	7	60	0	0
Soignolles-en-Brie	77	75	398	40	65	3	2
Arnouville-les-Mantes	78	33	82	27	72	3	1
Brueil-en-Vexin	78	0	189	2	30	0	0
Fouju Moisenay	78	0	212	46	80	0	1
Attainville	95	161	2505	66	67	5	10
Epinay Champlatreux	95	37	189	22	46	2	2
Le Plessis Gassot	95	140	1099	46	78	1	2

Les centres de stockage contribuent de façon importante aux émissions de méthane de la région (plus de 70%) et de façon moindre aux émissions des autres principaux gaz à effets de serre. Cependant, en terme de pouvoir de réchauffement global, l'impact de l'activité reste relativement faible par rapport à d'autres activités : chauffage ou transport par exemple (7% contre respectivement 38% et 27%, Tableau 38).

Concernant les immissions de polluants organiques et particulaires aux alentours de site, une étude française a été réalisée autour de deux sites de déchets ménagers [Réseau Santé Déchets, 2000]. Hormis pour le manganèse, les valeurs retrouvées en aval des sites se trouvent bien en dessous ou dans la moyenne des valeurs retrouvées en zone urbaine (mesures effectuées à moins de 1 000 m des sites). Pour les poussières, les valeurs trouvées peuvent atteindre des niveaux élevés (jusqu'à 20 fois ceux trouvés en milieu urbain).

Enfin, concernant les micro-organismes, des mesures ponctuelles ont également été menées autour de quelques sites de stockage [Reinthal, 1999 - Réseau Santé Déchets, 2000]. Globalement, les valeurs retrouvées pour les zones sous influence des sites restent du même ordre de grandeur que pour les zones hors influence, même si des pics de concentrations peuvent être relevés (Tableau 40) lors du déchargement des déchets. Ces valeurs ne peuvent cependant pas être considérées comme des valeurs d'exposition moyenne, du fait de leur caractère ponctuel. En outre, comme le soulignent les auteurs, elles ont porté sur des mesures en micro-organismes viables et ne prennent pas en compte les glucanes et endotoxines pour lesquelles des techniques d'analyse sont en développement.

Tableau 42. Répartition de la population et des surfaces agricoles dans un rayon de 200 m et de 500 m des plates-formes de compostage franciliennes

Installations	Dpt	Populations dans un rayon de :		% surfaces agricoles		% surfaces habitables	
		200 m	500 m	200 m	500 m	200 m	500 m
Cesson	77	0	0	67	72	0	0
Compans	77	62	121	50	59	2	1
Couvray	77	22	463	27	37	2	11
Grizy-Suisnes	77	3	45	58	67	0	2
Monthyon	77	11	20	51	68	0	0
Ozoir-la-Ferrière	77	0	85	0	0	0	1
Roissy-en-Brie	77	233	1540	0	24	22	27
Saints	77	12	12	96	99	3	0
Samoreau	77	0	0	0	9	0	1
Villevaud	77	135	403	27	30	21	16
Arnouville-les-Mantes	78	28	80	9	43	4	3
Flacourt	78	2	2	89	79	1	0
Gazeran	78	0	25	8	34	1	1
Les Essarts-le-Roi	78	0	228	58	69	0	7
Les Mureaux	78	82	1805	30	25	8	22
Limours	78	19	29	46	48	0	1
Montesson	78	0	217	40	24	0	3
Orsonville	78	7	15	68	84	2	1
Poissy	78	9	220	26	41	1	8
Saint-Germain-la-Grange	78	0	1	69	80	0	0
Thivernal Grignon	78	3	157	59	78	0	1
Triel-sur-Seine	78	9	79	12	3	1	3
Versailles	78	19	47	0	5	0	0
Saint-Nom la Bretèche	78	0	63	88	81	1	5
Boissy-le-Sec	91	0	0	88	97	0	0
Boissy-sous-Saint-Yon	91	17	129	28	46	1	2
Marcousis	91	0	42	63	48	1	1
Palaiseau	91	333	2326	19	12	16	27
Saclay	91	29	58	44	62	1	1
Wissous	91	0	5	40	36	0	0
La Queue-en-Brie	94	2	71	60	52	0	1
Attainville	95	58	67	79	88	4	2
Bessancourt	95	0	4	46	43	0	0
Champagne-sur-Oise	95	2	129	0	26	0	2
Epiais Rhus	95	4	4	88	94	1	0
Montlignon	95	6	70	14	7	0	1
Roissy-en-France	95	423	2006	5	23	28	23
Saint-Ouen l'Aumône	95	0	0	28	39	0	0
Laval-en-Brie		9	12	90	78	3	1
Varenes-Jarcy (méthanisation)	91	0	47	71	86	0	1

Centres de compostage

Les centres de compostage franciliens sont situés en grande couronne. Les deux-tiers des installations se trouvent dans des zones à forte densité de surfaces agricoles (> 60% dans un rayon de 500 m des sites, Tableau 42). Quelques installations se distinguent par une présence plus importante de populations à proximité : Roissy-en-Brie, Les Mureaux, Palaiseau et Roissy-en-France (plus de 1 500 personnes recensées dans un rayon de 500 m des sites).

Très peu d'établissements accueillant du public se situent à 500m des centres de compostage franciliens. Treize établissements scolaires sont recensés alors qu'aucun établissement de santé ne se situe dans la zone.

La contribution des centres de compostage au niveau de pollution ambiant n'est actuellement pas documentée pour les polluants organiques et particulaires. Les valeurs d'immissions mesurées ne concernent que les ambiances des sites mêmes et ne donnent pas d'indication quant à l'exposition des populations riveraines.

Concernant les micro-organismes, les quelques données existantes font état d'une contribution faible des sites de compostage au delà de 150-200 m. Néanmoins, les mesures réalisées à proximité des sites sont des mesures ponctuelles et ne rendent pas compte des valeurs moyennes d'exposition des populations. Certaines activités sont à l'origine de pics de concentration dans les ambiances professionnelles : activités de manipulation de déchets (déversement, broyage) et retournement des andains principalement (Tableau 41, page précédente). Dans le cas d'une installation à l'air libre, il ne peut pas être exclu que des concentrations élevées puissent être mesurées à plus longue distance du site.

Autres installations

Aucune étude n'a été recensée concernant les immissions en polluants à proximité des autres installations.

Contribution à la pollution des eaux

Une contribution non quantifiée...

De façon générale, les rejets canalisés des installations sont traités avant le rejet vers le milieu naturel. Dans le cadre de l'exploitation d'une ICPE, les valeurs autorisées de rejet sont fournies dans l'arrêté d'exploitation du site et les services de l'inspection des ICPE de la DRIRE et le STIIC sont chargés du contrôle de ces installations.

Des polluants peuvent être rejetés également en mode diffus. Ces rejets diffus, par définition, ne sont pas connus et peuvent provenir de sites et sols pollués. Leur contribution dans la pollution du système aquifère francilien est difficile à évaluer. Il n'a fait l'objet à notre connaissance d'aucune étude particulière à l'échelle régionale.

... mais des cas de pollution connus...

Plusieurs cas de pollution des eaux suite à l'activité de centres de traitement de déchets ont été relevés par le passé. Certains d'entre-eux font actuellement l'objet d'un suivi par les services de l'inspection des ICPE de la DRIRE et du STIIC.

Sur l'ancien centre d'enfouissement technique de Vemars³⁸, qui a accueilli des déchets ménagers et inertes dans des casiers sans géomembrane jusqu'en 1996, une pollution de la nappe souterraine en plomb, chrome, nickel et cyanure a ainsi été détectée. Ce centre étant situé à proximité d'un captage d'eau potable, un suivi environnemental a été instauré et une couverture argileuse a été mise en place sur le site afin de limiter les apports d'eau³⁹. Les analyses des eaux souterraines réalisées indiquent actuellement une tendance à la diminution des concentrations.

A Flins-sur-Seine⁴⁰, c'est une décharge, autorisée en 1966 et ayant fonctionné de manière illégale de 1970 jusqu'à sa fermeture en 1977, qui est à l'origine d'une pollution, aujourd'hui résiduelle, du site. Des campagnes de surveillance menées en 2005 en aval du site indiquent, en effet, des teneurs faibles en benzène, plomb et chlorure de vinyle en aval et dans les mares. Aucune restriction d'usage n'est instaurée sur ce site.

³⁸ Val-d'Oise

³⁹ Fin de la surveillance prévue : 2026.

⁴⁰ Yvelines

Enfin, sur le centre de traitement de déchets industriels spéciaux situé à Limay, une pollution de la nappe en hydrocarbures halogénés volatils et en divers métaux (cadmium, chrome, cuivre, nickel et plomb) est connue depuis 2000. Cette pollution est surveillée par des analyses de la nappe, dont aucune utilisation n'a été relevée.

...et une situation qui reste préoccupante

Ces quelques cas recensés dans la base de données BASOL⁴¹, indiquent donc que des sites particuliers ont un impact sur des milieux aquifères utilisés par l'homme. Pour les décharges, auxquelles la fuite d'éléments vers le milieu souterrain a été principalement attribuée jusqu'à présent, des leçons ont été tirées. Les centres de stockage franciliens en exploitation répondent tous aux nouvelles exigences de l'arrêté du 9 septembre 1997 modifié (présence d'une géomembrane et de la double barrière de protection). Plusieurs études ont montré que pour ces nouvelles générations de centre, les transferts vers la nappe étaient très faibles [Glandier, 2002 – INVS, 2005]. Néanmoins, il reste en Ile-de-France un certain nombre de décharges non-autorisées et de dépôts sauvages (Cf. partie 1) et leur contribution sur la pollution du système aquifère, bien que non quantifiée, est suspectée. Il convient donc dans un premier temps de procéder à l'identification de ces sites, puis d'évaluer l'impact potentiel sur le milieu (eau et sol) afin de, si nécessaire, le traiter. Enfin, en cas de nuisances graves, une réhabilitation du site pourra être effectuée. Pour les autres installations, les cas de contamination ont été moins nombreux par le passé et le risque de pollution semble plus particulièrement être lié à la concentration d'activités sur un même site ou de mauvaises pratiques de gestion.

D'une manière générale, la prévention de la qualité de l'eau destinée à la consommation humaine est assurée par un ensemble d'outil réglementaire. Parmi-eux, la procédure de déclaration d'utilité publique (DUP) instaure la mise en place de périmètres de protection autour des points de captage d'alimentation en eau potable :

- Un périmètre de protection immédiat (quelques ares autour du captage en général) à l'intérieur duquel seules les activités en liaison directe le captage lui-même sont autorisées ;
- Un périmètre de protection rapproché (une dizaine à plusieurs dizaines d'hectares) à l'intérieur duquel peuvent être interdits ou réglementés toutes les activités, les installations ou dépôts de nature à nuire directement ou indirectement à la qualité de la ressource ;
- Enfin, un périmètre de protection éloigné peut parfois être mis en œuvre, renforçant la protection des captages contre les pollutions permanentes ou diffuses.

⁴¹ La base de données BASOL est une base recensant sur les sites et sols pollués, ou potentiellement pollués, appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif, éditée par le Ministère de l'écologie et du développement durable.

Tableau 43. Protection des captages en Ile-de-France : situation en février 2005

	Captages AEP			Débit		
	Nombre	% sans RG	% sans DUP	Valeur journalière m ³ /j	% sans RG	% sans DUP
Paris	187	92,5%	85,6%	854195	80,3%	76,9%
Hauts-de-Seine	21	4,8%	19,0%	72742	6,3%	67,8%
Seine-Saint-Denis	19	89,5%	100,0%	368273	99,0%	100,0%
Val-de-Marne	8	37,5%	100,0%	422290	96,1%	100,0%
Seine et Marne	331	4,5%	75,5%	294820	2,4%	85,0%
Yvelines	203	1,0%	36,5%	538295	0,2%	17,1%
Essonne	70	2,9%	30,0%	476768	0,7%	85,3%
Val d'Oise	93	21,5%	77,4%	264746	4,1%	16,9%
Petite Couronne	235	82,5%	81,3%	1717500	85,1%	87,1%
Grande Couronne	697	5,6%	59,8%	1574629	1,4%	50,4%
Ile-de-France	932	25,0%	65,2%	3292129	45,1%	69,6%

RG = Rapport géologique DUP = Déclaration d'Utilité Publique

Source : Ministère chargé de la santé, SI_N_EPN2_Bilan des DUP des Dpts d'une Région.rep, 10/02/2005

Tableau 44. Résultats des mesures en métaux dans les sols à proximité des incinérateurs

Eléments	Concentrations dans les sols (mg/kg de terre)			
	Incinérateurs	Sols ordinaires	Anomalies modérées	Fortes anomalies
Arsenic	9,7	1-25	30-60	60-230
Cadmium	0,03-0,4	0,05-0,45	0,7-2	2-7
Chrome	17,7	10-90	90-150	150-534
Mercure	0,1	0,02-0,2	0,2-0,45	-
Plomb	11-82	9-50	60-90	100-3 000

Source : Valeurs France : [IFEN, 1999]

Incinérateurs : [Collet, 1998 – INVS, 2003]

Tableau 45. Résultats de mesures en dioxines dans les sols à proximité des incinérateurs

Eléments	Concentrations dans les sols (ng I-TEQ/kg MS de terre)				
	Villejust	Carrière-sur-Seine Thivernal-Grignon	Zone rural	Zone urbaine	Zone avec source polluante
PCDD/F	1,88-9,3	16,55-57	0,002-1	0,2-17	20-60

Source : Valeurs Ile-de-France : [DRIRE, 2004]

France : [INSERM, 2000]

En Ile-de-France, un cas de pollution par des métaux lourds, notamment en plomb, lié au moins en partie à la présence d'une décharge, a été découvert en 2002 à l'occasion d'un projet de construction d'un établissement d'enseignement à Pavillon-sous-Bois⁴². Des concentrations en plomb supérieures à 2 000 mg/kg de matière sèche ont ainsi été mesurées dans le sol superficiel du site (**Tableau 46**). Une recherche sur l'historique du site a permis d'identifier les activités s'étant succédées sur le site :

- Entre 1838 et 199 : dépôt de vidanges (eaux usées) ;
- Entre 1914 et 1935 : dépôt d'ordures ménagères (non contrôlé) ;
- Entre 1939 et 1959 : dépôt contrôlé d'ordures ménagères.

Cette découverte a entraîné la mise en place d'une surveillance sanitaire de la population du quartier : enquête sur l'imprégnation au plomb des enfants et dépistage de cadmium et d'arsenic chez les adultes en 2004. Les résultats de cette enquête sont données dans en Figure 18. Une relation entre résidence sur les site et niveau de plombémie a ainsi été établie bien que les niveaux relevés restent faibles et inférieur à ceux retrouvés lors d'une autre étude, sur un échantillon d'enfants représentatif de la population générale [CIRE, 2005].

Centres de compostage et de méthanisation

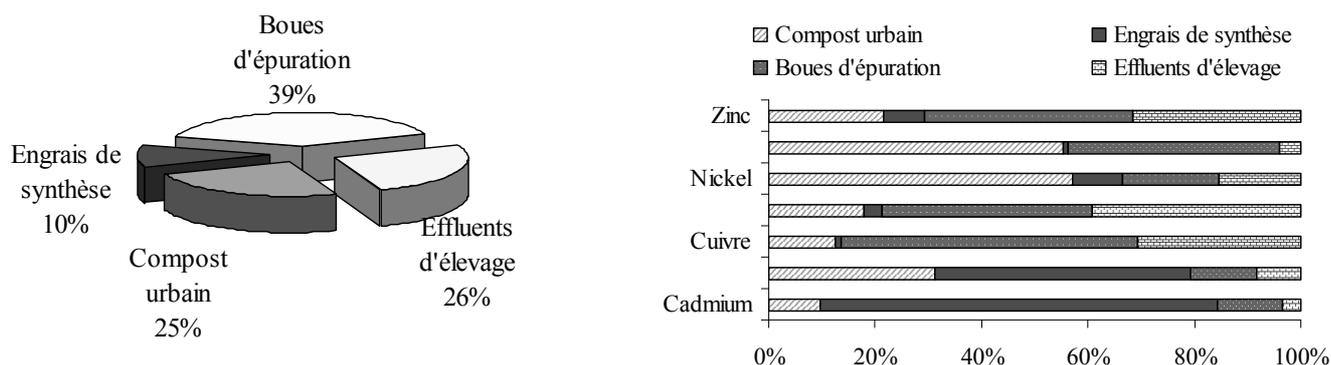
La seule étude recensée s'est intéressée à l'apport d'éléments chimiques dans les sols liés à l'épandage de compost urbain [IAURIF, 2004]. A partir des données fournies par les exploitants en terme de composition du compost et de quantités produites (Cf. Partie 1), le flux annuel de métaux lourd apporté par le compostage (déchets urbains) a été estimé à 45 tonnes en Ile-de-France. Les métaux les plus abondants délivrés sont le zinc, le plomb et le chrome et le département de la Seine-et-Marne est le département majoritairement destinataire de ces flux. En terme de quantité apportées au sol par hectare, ce flux correspond à un apport théorique de métaux lourds de 83 gr/ha/an, sur la totalité de la Surface agricole utilisable (SAU). La quantité réellement rapportée aux superficies réellement épandues ne peut être approchée faute de connaître cette dernière.

⁴² Seine-Saint-Denis

Tableau 47. Flux annuel de métaux lourds attribué au compostage de déchets urbains par départements

Département	Flux annuel de métaux lourds (t/an)	Part de chaque département
77- Seine-et-Marne	35,07	77%
78- Yvelines	0,41	1%
91- Essonne	2,73	6%
95- Val d'Oise	7,47	16%

Figure 18. Les différents apports en éléments métalliques dans les sols franciliens



Source : [IAURIF, 2004]

Compost urbain : 45 t, Boues d'épuration = 71 t, Engrais de synthèse = 19 t, Effluents d'élevage = 47 t

Tableau 48. Résultats de mesures en dioxines dans les denrées alimentaires autour des incinérateurs franciliens

Installation	Nature du support et date de prélèvement	Résultats des mesures (I-TEQ _{OMS})	Remarque et niveaux de fond
Végétaux			
78- Carrière-sur-Seine	Salades 2003	0,075 pg/g _{MF}	France : Référence pour la commercialisation : 0,4 pg I-TEQ_{OMS}/g_{MF} Surveillance des denrées alimentaires de la DGA1, résultats 1999 pour les salades : 0,1 à 2,97 ng I-TEQ_{OMS}/g_{MS}
91- Villejust	Salades dans un périmètre de 5 km autour de l'incinérateur 1998	0,17-1,1 ng/g _{MS}	
Lait producteur			
91- Villejust	Lait 1998	0,97 pg/g _{MG}	France : Limite maximale autorisée pour le lait commercialisé : 5 pg I-TEQ_{OMS}/g_{MG} Valeur d'intervention pour une recherche de source : 3 pg I-TEQ_{OMS}/g_{MG} Objectif à atteindre pour le lait de grande consommation : 1 pg I-TEQ_{OMS}/g_{MG} Moyenne Europe : 0,88 pg I-TEQ_{OMS}/g_{MG}
95- Saint-Ouen-l'Aumône	Lait à Villiers-Adam mai 2004	2,78 pg/g _{MG}	
	Lait à Butry mai 2004	1,50 pg/g _{MG}	
95- Sarcelles	Lait à Arnouville-lès-Gonesse Lait à Piscop juin 2004	0,88 pg/g _{MG} 0,54 pg/g _{MG}	
Oeufs			
77- Maincy/Vaux-le-Pénil	Oeufs 11 points de prélèvements dans un périmètre de 2 km autour de l'incinérateur → fermeture de l'usine	5,1-121,6 pg/g _{MG} (mediane = 25,7)	France : 14 échantillons entre 1998 et 1999 : 1,5 pg I-TEQ_{OTAN}/g_{MG} 1,8 et 2,7 pg I-TEQ_{OMS}/g_{MG} Valeur réglementaire de commercialisation : 3 pg I-TEQ_{OMS}/g_{MG}

Source : [DRIRE, 2004] pour analyses franciliennes, [AFSSA, 2000] pour les analyses françaises oeufs
Moyenne Europe lait [ORS, 2004], [Pirard, 2005] pour les analyses oeufs autour de l'installation de Maincy

Cette étude estime à un quart la contribution de l'épandage du compost urbain aux apports de métaux lourds de la région, sa contribution la plus importante concerne les éléments nickel et plomb (Figure 19).

Contribution à la pollution de la chaîne alimentaire

Incinérateurs

En matière d'aliments, la littérature ne mentionne pas de données sur la contamination en métaux de végétaux cultivés ou de viande issue d'animaux élevés à proximité des incinérateurs.

Concernant les dioxines, des niveaux élevés dans les végétaux autour d'un incinérateur espagnol sont évoqués dans la littérature (valeurs atteignant 3,05 pg/g_{MS}, [Domingo, 1999]). En Ile-de-France, les mesures réalisées autour des incinérateurs de Villejust et de Carrière-sur-Seine indiquent des teneurs du même niveau que celles relevées dans le cadre du plan de surveillance des denrées alimentaires de la Direction générale de l'alimentation (Tableau 50).

Concernant les produits animaux, ce sont les concentrations dans le lait qui sont mesurées afin de connaître leur état de contamination. Les mesures réalisées en 2002 autour des incinérateurs français indiquent une forte disparité puisque les mesures à moins de 5 km s'étendent de 0,11 à 8,37 pg I-TEQ /g de matière sèche contre 0,23 à 1,67 pg I-TEQ/g de matière sèche en zone plus éloignée (5-10 km) [ORS, 2004].

En Ile-de-France, un cas de contamination a été recensé jusqu'à présent. Il concerne l'ancien incinérateur de Vaux-le-Pénil qui a rejeté des quantités importantes de dioxines jusqu'en 2002. Des analyses réalisées sur les végétaux, le lait, la viande et les œufs de huit exploitations agricoles de communes situées dans son voisinage, ont ainsi révélé des taux de PCDD/F supérieurs aux normes admises pour le lait et la viande de l'une d'entre elles. Par mesures de précaution, ces huit communes avaient été déclarées polluées suite à cette découverte et un troupeau de vache abattu. L'installation a été détruite en 2003, et remplacée par une nouvelle usine répondant aux nouvelles normes de rejets.

Des analyses menées autour des incinérateurs de Saint-Ouen l'Aumône, Villejust et Sarcelles donnent quant-à-elles des résultats qui s'échelonnent de 0,52 pg I-TEQ /g_{MG} à 2,98 pg I-TEQ /g_{MG} (résultats inférieurs au seuil d'alerte) [DRIRE, 2004].

Tableau 49. Mesure de métaux dans les cheveux de riverains d'un incinérateur espagnol

Pays	Nature du support et date de prélèvement	Résultats des mesures	Remarques et niveaux de fond
Cheveux			
Espagne Incinérateur [Domingo, 1999]		Cadmium : 0,12 µg/g Mercure : 0,53 µg/g	Milieu urbain : Cadmium : 0,2 µg/g Mercure : 0,9 µg/g
Sang			
Espagne Incinérateur OM [Staessen, 2001]	Adolescents vivant en zone rurale et à proximité d'incinérateurs	Mercure : Plomb :	
Sang et urines			
France Incinérateur OM [INVS, --]	Etude en cours	Résultats pour fin 2006	

Tableau 50. Indicateurs biologiques d'exposition aux dioxines aux alentours des incinérateurs : résultats de la littérature

Pays et type d'installation	Nature du support et date de prélèvement	Résultats des mesures (I-TEQ _{OMS})	Remarques et niveaux de fond
Graisse			
Espagne Incinérateur [Schumacher, 2004]	- Avant ouverture d'un incinérateur - 3 ans après	61 pg/g _{MG} 22 pg/g _{MG}	France : mesures sur 8 individus 32 pg I-TEQ_{OMS} /g_{MG}
Sang			
Espagne UIOM [Gonzales, 2000]	Individus vivant entre 500 et 1,5 km - Avant ouverture d'un incinérateur - 3 ans après → augmentation identique chez la population témoin	14 pg/g _{MG} 16 pg/g _{MG}	Europe : mesures retrouvées dans la littérature comprises entre 16 et 50 pg I-TEQ_{OMS} /g_{MG}
Belgique UIOM [Fierens, 2005]	Individus vivant : - En zone non polluée - A proximité UIOM (+ fort taux d'auto-consommation de produit animal)	24 pg/g _{MG} 38 pg/g _{MG}	
Lait maternel			
Allemagne UIOM [Deml, 1996]	7 femmes 1993	6,5-48,6 pg/g _{MG}	France : 244 échantillons entre 1998 et 1999 : 16,5 pg I-TEQ _{OTAN} /g _{MF} 21,4 et 29,6 pg I-TEQ _{OMS} /g _{MF} Paris : Analyses sur 15 femmes moyenne 20,1 pg I-TEQ _{OMS} /g _{MF}
Belgique UIOM [Focant, 2002]	20 femmes	22-100 pg/g _{MG}	
Sang et urines			
Europe	Valeurs minimales et maximales de la littérature	6,8 -48 pg/g _{MG} (médiane)	France Mesures autour de 8 incinérateurs 13, 6 pg I-TEQ_{OMS} /g_{MG} [INVS,2006]
Taiwan	Mesures autour de plusieurs UIOM	19,7 pg/g _{MG} (médiane)	

Autres installations

Aucun cas de contamination de la chaîne alimentaire à proximité d'installations de tri des déchets ou de plates-formes de compostage ou de méthanisation n'est recensé dans la littérature.

Indicateurs biologiques d'exposition

Les études qui se sont intéressées aux concentrations de polluants ou de leur métabolites dans le corps humains aux alentours des installations de traitements des déchets sont rares.

Incinérateurs

Concernant les métaux, deux études ont été menées auprès d'adultes et d'enfants vivant à proximité d'un incinérateur espagnol. Les concentrations en cadmium, plomb et mercure retrouvées dans le sang et les cheveux des adultes et des enfants sont globalement inférieures à celles rencontrées généralement en zone urbaine [Domingo, 1999]. En Belgique, une comparaison entre les niveaux de plomb et de cadmium dans le sang d'adolescents vivant à proximité d'incinérateurs et d'adolescents vivant en milieu rural montre des valeurs plus élevées pour les premiers [Staessen, 2001].

Les autres études concernant les incinérateurs se sont penchées sur la recherche de dioxines et de furannes dans les graisses, le sang des individus ou le lait maternel. Ces études donnent également des résultats contradictoires.

En Espagne, deux études se sont penchées aux teneurs en PCDD/F dans le sang et les graisses des populations vivant à proximité d'une UIOM avant et après sa mise en service. Les données n'indiquent pas d'influence des installations [Gonzales, 2000-Schumacher, 2004]. Inversement, en Belgique, des concentrations en PCDD/F plus élevées ont été retrouvées chez des personnes vivant à proximité d'un incinérateur situé en zone rurale par rapport à une zone non polluée et d'autres zones d'exposition potentielle (zone avec industrie sidérurgique). Le risque de surexposition en zone rurale est limité aux personnes consommant des aliments d'origine animal produits sur place [Fierens, 2005].

Figure 19. Communiqué de presse sur le lancement de la campagne d'imprégnation sur les dioxines



Communiqué de presse – 17 février 2005

Lancement d'une enquête nationale sur l'imprégnation de la population par les dioxines

L'Institut de veille sanitaire (InVS) lance, en collaboration avec l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (Afssa), une vaste enquête¹ nationale sur l'imprégnation par les dioxines. L'objectif de cette étude d'envergure est de quantifier une éventuelle sur-imprégnation par les dioxines des populations vivant à proximité d'usines d'incinération d'ordures ménagères (UIOM).

L'étude sera lancée à partir de mars à Pluzunet (22) et Dijon (21). Suivront les sites de Bessières (31), Cluny (71), Fécamp (76), Gilly-sur-Isère (73), puis à partir de juin 2005, les sites de Maincy-Vaux-Le-Pénil (77), et Maubeuge (59). La phase pilote de cette enquête, destinée à tester le dispositif, a été menée de septembre à décembre dernier, à Gilly-sur-Isère en Savoie et à Pluzunet dans les Côtes-d'Armor.

Les sites retenus pour les besoins de l'étude sont contrastés du point de vue des caractéristiques des UIOM et répartis sur l'ensemble du territoire. Ils sont localisés dans des zones où la consommation de produits locaux est avérée. L'étude (dont les résultats sont attendus pour la fin du premier semestre de l'année 2006) se déroulera également dans des secteurs dits « témoins », éloignés de toute UIOM.

Cette enquête nationale concerne environ 1000 personnes (tirées au sort) réparties dans une quarantaine de communes. Les participants interrogés devront décrire leurs habitudes alimentaires et leur environnement. Il leur sera également proposé un examen de santé (gratuit) incluant des prélèvements sanguins et urinaires afin de doser la présence éventuelle de dioxines et de métaux lourds dans l'organisme.

Concernant les dioxines, on sait que la source principale de contamination chez l'homme est alimentaire. C'est pourquoi l'enquête s'intéressera notamment à la consommation de produits locaux, mais aussi, à d'autres facteurs associés (tels que le chauffage au bois, le brûlage de « fonds de jardin »). L'étude permettra ainsi d'identifier les principaux facteurs d'exposition éventuels.

¹ Le lancement de cette enquête résulte des recommandations d'un groupe travail coordonné par l'InVS et l'Afssa et qui a fait l'objet du rapport « Incinérateurs et santé. Exposition aux dioxines de la population vivant à proximité des UIOM. Etat des connaissances et protocole d'une étude d'exposition » en novembre 2003, disponible sur le site de l'InVS : <http://www.invs.sante.fr/surveillance/dioxines>.

Concernant le lait maternel, une étude menée auprès de 7 femmes vivant à proximité d'un incinérateur allemand révèle des niveaux identiques à ceux retrouvés en population générale. Une étude belge, portant sur 20 échantillons de lait, indique quant à elle des concentrations pouvant être élevées (teneur maximale relevée de 100 pg I-TEQ /g_{MG}).

Enfin, en France, l'InVS a lancé en 2005 une vaste enquête nationale sur l'imprégnation de la population en dioxines. Cette enquête a porté sur plus de 1 000 personnes réparties dans une quarantaine de communes françaises exposées et non exposées à des rejets d'incinérateurs (Cf. Figure 20). Les premiers résultats, diffusés à la fin du mois de novembre 2006, n'indiquent pas de différence d'imprégnation par les dioxines entre ces deux groupes de population. L'étude révèle cependant l'influence globalement positive de l'auto-consommation de produits locaux lipidiques sur cette imprégnation. La moyenne des teneurs sériques françaises de dioxines se situe dans la moyenne des valeurs européennes [INVS, 2006].

Tableau 51. Activités génératrices de bruit sur les installations de traitement de déchets

Installations	Principales activités sources de bruit
Incinérateur	Circulation des véhicules Déversement des déchets Appel d'air au niveau du four Circuits thermo-hydrauliques
Centre de stockage	Circulation des véhicules Déchargement des déchets Combustion du biogaz
Plate-forme de compostage	Circulation des véhicules Déchargement des déchets Opération de retournement des andains Criblage, broyage
Plate-forme de méthanisation	Circulation des véhicules Déchargement des déchets Circuits thermo-hydrauliques

Source : [DEFRA of UK, 2004]

Tableau 52. Normes d'émissions sonores pour les installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation

ICPE soumises à autorisation existantes au 1 ^{er} juillet 1997 Arrêté du 20 août 1985	ICPE créées ou modifiées après le 1 ^{er} juillet 1997 Arrêté du 23 janvier 1997
<p>Si l'installation est située dans un immeuble bâti ou occupé par un tiers, les niveaux limites admissibles de bruit à l'intérieur des locaux habités ou occupés ne doivent pas dépasser :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 35 dB(A) le jour et 30 dB(A) la nuit pour les locaux d'habitation, de soins, de repos - 45 dB(A) pour les locaux de type tertiaires - 55 dB(A) pour les locaux industriels non bruyant <p>Si l'installation est située à l'extérieur d'un immeuble habité ou occupé par des tiers, les niveaux de bruit en limite de propriété sont calculés à partir d'une valeur de base de 45 dB(A) à laquelle on ajoute des termes correctifs afin de tenir compte du type de zone (résidentielle, commerciale, industrielle...) et de la période de la journée (jour, nuit, jour ouvré, jour férié)</p>	<p>Niveau de bruit ambiant dans les zones à émergence réglementées* (incluant le bruit de l'établissement) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - supérieur à 35 dB(A) et inférieur ou égal à 45 dB(A) • émergence admissible de 7H à 22H hors dimanche et jour fériés : 6 dB(A) • émergence admissible de 22H à 7H et dimanche et jour fériés : 4 dB(A) <ul style="list-style-type: none"> - supérieur à 45 dB(A) • émergence admissible de 7H à 22H hors dimanche et jour fériés : 5 dB(A) • émergence admissible de 22H à 7H et dimanche et jour fériés : 3 dB(A) <p>Niveaux de bruit en limites de propriété de l'installation fixés par arrêté préfectoral dans la limite de 70 dB(A) le jour et 60 dB(A) la nuit.</p>

*zones à émergence réglementées : intérieur des bâtiments habités ou occupés par des tiers, existant à la date de l'arrêté d'autorisation de l'installations et leurs parties extérieures éventuellement les plus proches (cour, jardin, terrasse) et zones constructibles définies par les documents d'urbanismes opposables aux tiers et publiés au moment de l'autorisation

Source : Chambre de commerce et d'industrie de Paris (<http://www.environnement.ccip.fr/bruit/activites:bruit-activites.htm>)

Tableau 53. Niveaux de bruit relevés sur trois sites de compostage anglais

Site	Niveau de fond dBL ₉₀	Opération	Rating level (dBL(ART))
Dogsthorpe	42-56	Broyage	66-79
		Retournement	66-80
		Criblage	64-84
Netley	50-57	Retournement	62-81
		Criblage	64-96
Morpeth	50-87	Broyage	66-87
		Criblage	71-83

Contribution aux nuisances

Nuisances sonores

Les activités sur les installations de traitement de déchets sont susceptibles d'engendrer du bruit (Tableau 53). Les normes d'émissions sonores pour les ICPE soumises à autorisation sont actuellement régies par l'arrêté du 20 août 1985 pour les installations existantes au 1er juillet 1997 et l'arrêté du 23 juillet pour celles créées ou modifiées après cette date. L'inspecteur des installations classées peut demander à ce que des contrôles soient effectués par un organisme qualifié. En cas de non-respect, l'exploitant est passible de sanctions.

Les études s'étant penchées sur les nuisances sonores à proximité des installations de traitement des déchets sont quasi inexistantes dans la littérature.

En Angleterre, une étude s'est intéressée aux niveaux de bruit relevés autour de trois plate-formes de compostage [Environment Agency, 2001]. Elle suggère que des plaintes liées à des nuisances sonores peuvent être relevées jusqu'à 300 m des installations et que les niveaux de bruit relevés dans une zone de 50 à 150m des sites peuvent être élevés pendant certaines activités (LA jusqu'à 96 dB(A) pendant l'activité de criblage, émergence de 10 dB(A), Tableau 55).

Concernant les centres de stockage, une autre étude anglaise indique que les plaintes liées au bruit correspondraient à 5% des plaintes pour ce type d'installations et souligne que ce sont généralement des plaintes liées à une mauvaise gestion de l'organisation du site : activités avant les heures ouvrées, réparation de véhicules durant la nuit, circulation de véhicules tôt le matin... [Redfearn, 2000].

Enfin, une revue bibliographique anglaise indique que les incinérateurs et les plate-formes de méthanisation seraient les installations les moins concernées par ce problème [DEFRA of UK, 2004].

Nuisances olfactives

Comme pour les nuisances sonores, les nuisances olfactives liées aux installations sont peu documentées dans la littérature. Les installations les plus concernées par ce type de nuisances sont les installations à l'air libres : plate-formes de compostage et centres de stockage [DEFRA of UK, 2004].

Pour les centres de compostage, ce problème semble principalement lié à une mauvaise conduite du procédé (aération insuffisante, taux d'humidité trop important), de mauvaises pratiques de gestion (absence de récupération des eaux de percolation) ou à un temps trop long de stockage des déchets avant traitement [Enviros/ODPM, 2003].

Pour les centres de stockage, des plaintes de riverains liées aux odeurs ont été rapportées jusqu'à 1 km de sites de stockage de déchets anglais, elles constitueraient selon les auteurs plus de la moitié des plaintes liées à ces installations [Enviros/ODPM, 2003].

En Ile-de-France, des plaintes de riverains peuvent, ou ont pu, être associées au fonctionnement de certains sites⁴³ de traitement des déchets. Ces plaintes sont traitées par l'inspection des installations classées et aboutissent à des mesures correctives lorsque cela est nécessaire. Par ailleurs, la loi du 15 juillet 1975 modifiée a prévu la création de Commissions locales d'information et de surveillance (CLIS). Il s'agit d'instances de concertation ayant pour but d'informer le public sur les effets des activités d'installation de traitement de déchets sur la santé et l'environnement. Elles réunissent les riverains, l'administration et l'exploitant de l'installation.

⁴³ En 2002, un comité " odeurs " a ainsi été créé par la mairie de la commune de Montesson (78) suite à des odeurs identifiées comme émanant de plusieurs installations dont une usine d'incinération et une plate-forme de compostage de déchets verts . Les compte-rendus de réunion de ce comité sont disponibles sous le lien : <http://www.qvlb-montesson.asso.fr/nuisanceoffactive/odeurcompost.htm#olfi>

Préambule

Les différents types d'études [InVS, 2003]

Deux grands types d'études épidémiologiques peuvent être distingués : les enquêtes descriptives et les enquêtes étiologiques.

Les enquêtes descriptives étudient la fréquence et la répartition des paramètres de santé ou des facteurs de risque dans une population, par exemple ce peut-être la morbidité, la prévalence d'une pathologie donnée...

Les enquêtes étiologiques comparent quant à elles des groupes de sujets pour rechercher les associations entre une pathologie et une exposition. Trois types d'enquêtes sont à distinguer :

- Les enquêtes de cohorte ou exposés/non exposés concernent des sujets sélectionnés ou caractérisés selon leur exposition et suivis pour repérer la survenue ou la modification de leur état de santé. Lorsque le début de l'enquête est contemporain du moment de l'exposition, ces enquêtes sont dites prospectives. Les délais d'apparition de certaines pathologies (cancers : de l'ordre de 10 à 50 ans) pouvant être longs, des enquêtes rétrospectives peuvent être également menées. L'exposition passée doit alors être reconstituée (nécessité de données disponibles).
- Pour les enquêtes cas-témoins, la fréquence et les niveaux d'exposition passés sont comparés parmi des sujets atteints d'une pathologie (les cas) et ceux non atteints d'une pathologie (les témoins). Le recueil de l'information concernant l'exposition est rétrospectif.
- Enfin, dans les enquêtes transversales, les sujets inclus de l'étude sont issus de l'ensemble de la population sans sélection sur l'exposition ou sur la maladie (ce sont tous ceux présents au moment de l'enquête). Des informations sont recueillies simultanément sur l'exposition et l'existence de pathologie chez les sujets afin d'établir une association entre les deux.

Expression des résultats

Le risque relatif (RR) et l'odds-ratio (OR) ont été définis comme des mesures de l'association entre l'exposition et le risque. Si la valeur du risque relatif ou de l'odds-ratio est supérieure à 1, cela signifie que le risque d'être atteint de la pathologie est plus élevé pour un individu exposé. Plus cette valeur est élevée, plus le risque ou l'association, est élevé.

L'intervalle de confiance indique le degré de précision avec lequel on a mesuré l'odds-ratio ou le risque relatif (RR). Un intervalle de confiance à 95% (IC95%) signifie que cet intervalle contient avec une probabilité de 95% la vraie valeur du risque relatif ou de l'odds-ratio. L'odds-ratio ou le risque relatif sont considérés comme significatifs lorsque l'intervalle de confiance ne contient pas la valeur 1.

Des tableaux situés en annexe synthétisent les résultats obtenus lors de chaque étude évoquée ci-après. Le lecteur est invité à s'y reporter pour plus d'information sur une étude.

Etudes épidémiologiques menées autour des incinérateurs

Les principaux effets étudiés ont été les troubles respiratoires, le développement de cancers et les effets sur la reproduction et le développement des enfants.

Effets non cancérigènes (Annexe 6a)

Plusieurs études ont examiné les effets possibles de l'incinération sur les fonctions respiratoires des populations riveraines.

En France, une étude de cohorte s'est intéressée à la consommation de médicaments à visée respiratoire de trois groupes de populations résidents dans des zones plus ou moins éloignées d'un incinérateur de déchets ménagers et industriels, appariés sur le sexe, l'âge et la catégorie socioprofessionnelle. Les auteurs observent une diminution de la consommation de ces médicaments avec l'éloignement de la source. Le groupe le plus exposé, situé à une distance inférieure à 200 m de l'incinérateur présente une consommation supérieure à la moyenne. Les auteurs soulignent néanmoins que les différences observées seraient surtout attribuables à la petite taille de l'échantillon et la présence en son sein de quelques sujets très gros consommateurs de ces médicaments [Zmirou, 1984].

A l'étranger, l'étude la plus conséquente est une étude de cohorte. Elle a concerné trois communautés de Caroline du Nord, aux Etats-Unis, exposées aux rejets d'incinérateurs de déchets ménagers, de déchets industriels ou de déchets d'activité de soins et trois communautés non exposées entre 1992 et 1994 (plus de 5 000 personnes). L'exposition des populations aux polluants atmosphériques a été évaluée par une modélisation des rejets avec des analyses de la rose des vents couplées à des analyses météorologiques atmosphériques (35 jours consécutifs en tout). La prévalence des symptômes respiratoires au sein de ces communautés a été évaluée de plusieurs façons : tests médicaux (examen des lavages nasaux, mesures de la capacité pulmonaire, ...), questionnaire médical, recensement des facteurs de risques, ... Il n'a pas été mis en évidence de différence significative entre les deux groupes. En outre, les niveaux de pollutions particulières mesurés étaient similaires pour chaque zone. Dans cette étude, notons que les enfants de moins de 8 ans n'ont pas été considérés, d'où un risque de manque de représentativité [Shy, 1995 – Mohan, 2000 – Hu, 2001].

A Sydney, une étude similaire a été menée auprès d'enfants (713 enfants exposés aux rejets d'un incinérateur de boues / 626 enfants non exposés). Bien que les analyses réalisées dans l'air des zones

exposées ont montré une teneur plus élevée en polluants que la zone témoin, aucune différence significative entre les deux groupes pour la prévalence des symptômes respiratoires n'a pas été démontrée [Gray, 1994].

Cancers (Annexes 6b et 6c)

En France, l'investigation d'un cluster de sarcomes des tissus mous (STM) a été menée autour de l'incinérateur de déchets ménagers de Besançon, qui avait commencé à fonctionner en 1971. Un excès de risque significatif a été mis en évidence par les auteurs entre 1980 et 1995, pour les cas de STM, mais aussi pour les lymphomes non hodgkiniens (LNH). Les auteurs concluaient cependant à la nécessité de mener des études complémentaires afin de pouvoir attribuer cet excès de risque aux rejets atmosphériques de dioxines de l'incinérateur [Viel, 2000]. Une seconde étude, de type cas-témoin, a ainsi été menée avec le recours à la modélisation pour déterminer les zones les plus exposées aux retombées de dioxines de l'incinérateur. Seule une augmentation de cas de LNH a été confirmée pour la zone la plus exposée par rapport à la zone la moins exposée prise comme zone de référence [Floret, 2003]. Suite à ces travaux, une étude nationale a été lancée en 2003 sur quatre départements français possédant un registre des cancers et comprenant plusieurs usines d'incinération ayant fonctionné entre 1973 et 1990 : Isère, Haut-Rhin, Bas-Rhin et Tarn. L'exposition à l'ensemble des composés chimiques potentiellement cancérigènes a été estimé par modélisation spatiale. L'analyse met en évidence un lien entre le niveau d'exposition aux incinérateurs dans les années 70-80 et l'augmentation de la fréquence de certains cancers dans les années 90-99 : cancers du sein chez la femme, cancer du foie et LNH tout sexe confondu. Les auteurs soulignent les points forts de cette étude : son ampleur (2,5 millions de personnes, 135 567 cas de cancers, 16 incinérateurs), la qualité des données fournies par les registres des cancers, l'utilisation des derniers modèles disponibles pour reconstituer l'exposition et la prise en compte de facteurs possibles de confusion (densité urbaine et industrielles, niveau socio-économique, trafic routier en autres).

En Grande-Bretagne, une étude de cohorte menée auprès de résidents autour de 72 incinérateurs de déchets ménagers (14 millions de personnes), révèle une possible association entre l'exposition aux rejets des installations et le développement de cancers de l'estomac, colo-rectal et du foie par les populations. Dans cette étude, l'exposition a été évaluée par rapport à la distance de l'installation. Un examen incomplet des facteurs socio-économiques des populations étudiées et un défaut possible de diagnostic des

cancers du foie sont avancés par les auteurs qui recommandent de réaliser des études complémentaires, notamment pour le cancer du foie [Elliot, 1992 , 1996, 2000].

Plusieurs études ont décrit des cancers du poumon ou du larynx aux alentours d'incinérateurs industriels. Une première étude, menée à Rome, a estimé l'exposition de 755 hommes présentant un cancer du poumon, et autant de témoins, par une modélisation des rejets de quatre sources polluantes dont un incinérateur de déchets industriels. Un excès de risque est établi entre ces cancers et la proximité de résidence avec l'incinérateur. Par ailleurs, ce risque diminue très rapidement avec l'éloignement de la source [Biggeri, 1996].

En Angleterre, une analyse des registres de cancers du Lancashire entre 1974 et 1983 a montré une association significative entre incidence des cancers du larynx et proximité de résidence avec un incinérateur de déchets industriels ayant fonctionné pendant la même période [Diggle, 1990 – Gatrell et Lovett, 1992]. Les résultats de ces études ont cependant infirmés par une étude d'incidence de ce type de cancers à proximité de 10 incinérateurs de solvants au Royaume-Unis [Elliot, 1992].

Enfin, une étude menée en Grande-Bretagne a observé les cas de décès par cancers des enfants ayant déménagé durant leur enfance. Un excès de migration du lieu de naissance vers un incinérateur de déchets ménagers ou de déchets d'activités de soins chez ces enfants est mis en évidence [Knox, 2000].

Effets sur la reproduction et le développement de l'enfant (Annexe 6d)

Les auteurs se sont penchés sur la probabilité de naissances multiples, sur les différences de ratio des sexes à la naissance et les anomalies congénitales développées par les enfants résidents à proximité des sites.

Concernant les naissances multiples, deux études apportent des résultats contradictoires. La première, une étude de cohorte écossaise menée entre 1976 et 1983 auprès de résidents autour de deux incinérateurs (déchets ménagers et industriels), indique un taux plus élevé de naissance de jumeaux pour les zones les plus proches des sites [Lloyd, 1998 - Jones, 1989]. Une étude écologique spatio-temporelle suédoise, menée entre 1973 et 1990 auprès des habitants de 14 communes abritant un incinérateur, ne confirme pas ces résultats [Rydhstroem, 1998].

Une étude de cohorte s'est intéressée aux différences de ratio des sexes à la naissance autour des incinérateurs. Menée en Ecosse, auprès d'une population résident à proximité de deux incinérateurs, elle

indique un excès de naissances féminines dans la zone la plus exposée déterminée par modélisation des rejets atmosphériques et mesures de dioxines dans les sols [Williams, 1992].

Enfin, certains auteurs ont étudié les malformations congénitales chez les enfants nés à proximité d'incinérateurs.

Une étude de cohorte française s'est intéressée au risque de malformations congénitales autour de 70 incinérateurs de la région Rhône-Alpes ayant fonctionné au moins une année entre 1988 et 1997. Les résultats précisent que certaines malformations majeures (fentes faciales, dysplasies rénales) sont plus fréquentes dans les communes exposées aux rejets atmosphériques de dioxines que dans les communes non exposées. Les auteurs précisent cependant que l'étude présente des biais (de classification de l'exposition et de sélection notamment) incitant à une interprétation prudente des résultats [Cordier, 2004].

A l'étranger, deux études s'intéressant à l'incidence des fentes faciales chez les enfants nés avant et après la mise en route d'installations, donnent des résultats contradictoires. Une étude hollandaise de cohorte a été menée dans deux maternités, l'une exposée aux rejets d'une usine de combustion de déchets chimiques et l'autre non soumise à ces rejets. Elle indique un taux plus élevé d'anomalies chez les nouveaux-nés de la clinique exposée après la mise en service de l'installation de combustion [Ten Tusscher, 2000]. Une étude suédoise, réalisée par analyse des registres des naissances de 18 communes avec incinérateurs ayant fonctionné entre 1973 et 1986, infirment ces résultats et donne des taux d'anomalies identiques dans différentes zones d'exposition [Jansson, 1989].

Notons également qu'une étude s'est intéressée au risque de morts fœtales tardives et d'anomalies létales. Des excès de risques ont été mis en évidence pour certaines anomalies létales (spina bifida et défauts cardiaques) pour les mères ayant résidé à proximité d'un incinérateur . [Dummer, 2003]

Enfin, une étude belge récente a montré que des adolescents vivant à proximité d'un incinérateur avait une maturation sexuelle plus tardive que des adolescents vivant en milieu rural. L'exposition a été déterminée par la mesure de marqueurs biologiques de l'exposition à différents composés présents dans les rejets des installations (plomb, cadmium, PCDD/F, COV). [Staessen, 2001].

Etudes épidémiologiques menées autour des centres de stockage

Les études menées concernent essentiellement des sites de stockage de déchets dangereux seuls, ou en mélange avec des déchets ménagers.

A notre connaissance, une seule étude épidémiologique, concernant un site d'enfouissement dédié aux déchets ménagers et assimilés, a été menée en France. Il s'agit de la décharge d'ordures ménagères au lieu-dit La Bistade (région Nord Pas de Calais).

Cette décharge dont l'activité a débuté en 1977 est proche de deux communes comportant plusieurs groupes d'habitations, une à 1 km sous le vent de la décharge et l'autre, au vent, à 400 mètres. Le hameau de La Bistade est situé à proximité immédiate du site. Suite à de nombreuses plaintes des riverains et pour répondre à l'inquiétude des populations, la Direction des affaires sanitaires et sociales a sollicité l'Institut de veille sanitaire pour évaluer les risques sanitaires encourus par la population vivant à proximité de la décharge d'ordures ménagères, après une exposition prolongée aux polluants émanant de cette décharge⁴⁴

L'enquête menée a montré la présence de dérivés benzéniques à des concentrations inférieures de 4 à 10 000 fois aux valeurs d'exposition maximales lors d'une activité professionnelle, de dérivés d'hydrocarbures non benzéniques à des concentrations faibles, de molécules de soufre et d'hydrogène sulfuré susceptibles d'être à l'origine des mauvaises odeurs, à concentrations très faibles.

L'étude sanitaire montre des symptômes, pour la population la plus proche de la décharge (La Bistade), significativement plus élevée que celle enregistrée dans les communes alentours, en ce qui concerne les troubles irritatifs respiratoires (toux, expectoration), la pathologie otorhino-laryngologique, l'irritation oculaire, les nausées, les difficultés d'endormissement et l'irritabilité.

⁴⁴ Estimation de l'impact sanitaire d'une pollution environnementale et évaluation quantitative des risques sanitaires. Rapport provisoire, InVS, AFSSET, 2005.

Etudes épidémiologiques liées aux installations de compostage

Les études épidémiologiques autour des sites de compostage sont actuellement peu nombreuses et concernent principalement l'exposition professionnelle aux agents biologiques. Aucune étude concernant les éventuels effets des éléments chimiques n'a été recensée.

Etudes menées en milieu professionnel (Annexes 8a et 8b)

La majorité des études disponibles porte sur les effets des agents biologiques (bactéries totales, actinomycètes, flore fongique, endotoxines, glucanes) et comparent les symptômes rapportés par les travailleurs du secteur du compostage par rapport à ceux d'autres secteurs du déchet ou de groupes de référence non exposés. La plupart d'entre elles rapporte des excès de symptômes respiratoires, ORL, digestifs et cutanés chez les salariés du compostage [Lundholm, 1980 - Ivens, 1997 - Douwes, 2000]. Notons que ces études sont réalisées sur des petits groupes de population (moins de 30 salariés) et que, pour la plupart, les symptômes décrits ne font pas l'objet de diagnostic médical. Pour deux d'entre elles, une exploration fonctionnelle respiratoire a été réalisée en début et fin de poste sur les travailleurs suivis. Les résultats n'indiquent aucune variation intra-journalière des paramètres respiratoires étudiés [Sigsgaard, 1994 - Delaunay, 1997].

Quelques études se sont penchées sur la recherche de marqueurs immunologiques de contamination en évaluant la concentration en anticorps IgE et IgG dirigés contre certains champignons, actinomycètes ou endotoxines rencontrés fréquemment sur le lieu de travail [Clark, 1984 - Millner, 1994 - Epstein, 1996 - Marth, 1996 et 1999]. Des concentrations en anticorps plus importantes sont parfois mises en évidence mais n'ont pu être reliées aux symptômes retrouvés chez les sujets exposés ou les concentrations en micro-organismes relevées sur les sites [Douwes, 2000 – Bünger, 2003].

Enfin, les études menées sur la recherche de signes d'inflammation semblent apporter des éléments intéressants. Lors de deux campagnes réalisées auprès des 29 salariés d'un centre de compostage de déchets verts et organiques, l'inflammation des voies respiratoires a été appréciée par la recherche de marqueurs d'exposition aux endotoxines, aux (1-3)- β -glucanes ou aux poussières dans les lavages nasaux. Les résultats des analyses biologiques montrent que les concentrations de ces marqueurs sont plus élevées comparativement à une population témoin (19 sujets) et ceci de manière significative pour les prélèvements effectués avant la prise de poste pour les salariés du compostage. Ces prélèvements indiquent, en outre, des concentrations en marqueurs de l'inflammation plus élevées pour les travailleurs les plus exposés aux endotoxines (mesures de concentrations au poste) [Douwes, 2000].

Dans une seconde étude, menée auprès de six salariés du compostage, l'état d'inflammation des voies respiratoires a été apprécié par lavage nasal également et rhinométrie acoustique (estimation de la dimension des cavités nasales). Les tests ont été réalisés le premier jour avant la prise de poste et à l'issue de trois jours de travail et couplés à un recensement des symptômes respiratoires auprès des sujets et à des mesures de concentration en micro-organismes dans l'ambiance du site. Les résultats montrent une augmentation significative de certains marqueurs d'inflammation mesurés dans le lavage nasal. Un des indicateurs de volume des cavités nasales diminue significativement au cours des trois jours de travail. Aucune association n'est mise en évidence par les auteurs entre les symptômes rapportés par les sujets et ces indicateurs. En revanche, des corrélations sont observées entre concentrations en endotoxines et spores de champignons le jour précédent et certains marqueurs d'inflammation [Heldal, 2003].

Ces résultats semblent indiquer une augmentation de l'inflammation des voies respiratoires supérieures au cours de la journée de travail ; les traces d'inflammation observées avant la prise de poste pourraient traduire le caractère chronique ou sub-chronique de cet état ou bien un effet différé de l'exposition chez les salariés du compostage. Néanmoins, dans les études, les auteurs soulignent l'éventualité d'un biais d'interprétation lié au tabagisme.

Etude en population générale (Annexes 8a et 8b)

Au niveau des riverains des installations, deux études ont été recensées.

L'étude la plus importante a été menée en Allemagne auprès de 214 résidents autour de centres de compostage de déchets verts et organiques. L'exposition de ces résidents a été évaluée par des mesures de concentrations en bactéries et champignons à plusieurs distances du site (200, 250, 300, 320 et 500 sous le vent, 550 m au vent). Les sujets ont dans un premier temps été invités à se prononcer sur leur état de santé, ils ont ensuite rencontré un médecin en entretien. Les résultats montrent une prévalence des symptômes respiratoires, oculaires et généraux plus importante chez la population exposée comparativement à la population témoin. Elle est également plus élevée chez les individus dont les domiciles sont les plus proches du site du compostage. De plus après ajustement sur l'âge, le sexe, l'ancienneté de résidence, la proximité d'un axe routier, la sensibilité aux nuisances olfactives et la présence d'une source de bio-aérosols domestiques, la prévalence de certains symptômes reste significativement liée à une concentration plus élevée en micro-organismes ($>10^5$ UFC/m³). Enfin, l'étude montre un lien statistiquement significatif entre la durée de résidence dans la zone la plus proche du site (< 200 m) et l'existence d'épisodes de bronchite au cours des 12 derniers mois [Herr, 2003].

La seconde étude a été conduite auprès de 63 résidents autour d'un centre de compostage de déchets verts au Etats-Unis. L'exposition des riverains a été évaluée par des mesures de concentrations des bio-aérosols en *Aspergillus fumigatus*. Leurs antécédents médicaux (asthme et allergie) ont été comparés à ceux d'une population témoin (82 personnes). Aucune différence n'a été trouvée entre les deux groupes de population même pour les riverains les plus fortement exposés [Browne, 2001].

Etudes épidémiologiques menées autour des autres installations

Les études épidémiologiques autour des centres de tri sont actuellement peu nombreuses et émanent des pays scandinaves. Elles concernent uniquement l'exposition professionnelle. Concernant les plates-formes de méthanisation, aucune étude n'a été recensée.

Etudes menées en milieu professionnel en centres de tri

La majorité des études disponibles porte sur les effets des poussières et comparent les symptômes rapportés par les travailleurs des centres par rapport à ceux d'autres secteurs du déchet ou de groupes de référence non exposés. La plupart des études indiquent des excès de risque pour les problèmes suivants : problèmes musculaires, maladies pulmonaires, syndrome toxique de la poussière organique ou ODTS, problèmes gastro-intestinaux, irritations des yeux et de la peau. Pour la majorité d'entre-elles, il n'est pas fait état du type de déchets triés [Malmros, 1988 - Malmros, 1992 - Poulsen, 1995]. Une étude indique plus particulièrement que les symptômes peuvent apparaître après 8 mois de travail [Sigsgaard, 1993].

Quelques études seulement ont été menées dans des centres où l'auteur indique explicitement que le tri se fait sur des déchets collectés séparément (collecte mono ou multi-matériaux). Il a ainsi été mis en évidence pour les travailleurs de ces sites des problèmes gastro-intestinaux élevés (nausées, diarrhées, vomissements), des irritations du nez et des yeux et parfois des problèmes respiratoires [Malros, 1990 - Sigsgaard, 1994 - Poulsen, 1995 - Koge, 1996]. Ces mêmes symptômes sont retrouvés chez des travailleurs manipulant des papiers et cartons contaminés par des déchets ménagers humides.

Conclusions

La littérature concernant les effets éventuels des installations de traitement des déchets ménagers est hétérogène tant sur les effets étudiés que sur les modes d'évaluation de ces effets ou de l'exposition, ainsi que sur la qualité des études dont beaucoup émanent des pays d'Europe et d'Amérique du Nord.

De nombreux biais possibles...

Nombre d'auteurs soulignent les limites des différentes études épidémiologiques menées autour des sites. Ces limites sont liées à des biais de déclaration, de sélection et d'exposition des populations, ou encore d'interprétation des résultats.

Les biais de déclaration peuvent apparaître lorsque les personnes sont interrogées sur leurs pathologies pour retracer leur historique médical. Leur état psychologique au moment de l'enquête, des souvenirs manquants ou déformés, peuvent influencer leurs réponses ("oubli" ou "invention" de pathologies), et conduire à une sous, ou une sur-estimation des risques calculés. Un diagnostic médical peut permettre de réduire ce biais dans le cas d'enquêtes prospectives. Il nécessite cependant un coût supplémentaire et ne peut donc pas être réalisé à grande échelle.

Les études peuvent être sujettes également aux biais de sélection, principalement les études transversales. En milieu professionnel, les salariés sont a priori en meilleure santé du fait d'une sélection possible à l'embauche ce qui peut induire une sous-estimation du risque. D'autre part, il ne peut-être exclu que certains travailleurs quittent leur emploi à cause de prédispositions particulières pour certaines pathologies (asthme ou allergies par exemple). En population générale, ce biais peut-être liés à une sur-représentation de personnes particulièrement sensibles à une problématique, ou l'absence d'une catégorie particulière de personnes au sein de l'échantillon au moment de l'enquête (les enfants seront moins présents par exemple en période de vacances scolaires).

D'autre part, et c'est sûrement là la difficulté majeure pour l'ensemble des études réalisées ici, l'exposition des sujets étudiés est souvent mal caractérisée (biais d'exposition). Les données concernant les caractéristiques techniques des installations sont souvent inconnues, de même que le profil et les quantités de déchets traités sur les sites. L'environnement et les données géographiques ne sont pas toujours recherchées. Pour bon nombre d'études par exemple, l'exposition des populations a été évaluée par la distance par rapport au site sans tenir compte des facteurs topographiques ou de l'influence des vents, qui sont prédominants dans le cas d'une exposition à des rejets atmosphériques.

Le déplacement et les activités des sujets au cours de la journée sont rarement pris en compte, ce qui peut conduire à une sur-estimation du risque (l'homme passe plus de la moitié de son temps hors de son logement). La mesure de l'exposition par la mesure de bio-marqueurs peut permettre d'améliorer l'évaluation de cette exposition, il s'agit néanmoins d'une technique coûteuse et difficile à mettre en œuvre (méthodes invasives).

Enfin, des biais d'interprétation peuvent apparaître, liés à la non-prise en compte de facteurs socio-démographiques ou de facteurs de confusion possibles pour une pathologie donnée (tabagisme pour les maladies respiratoires par exemple, état nutritionnel de la mère pour le risque de faible poids à la naissance des nourrissons, historique de pollution du lieu de résidence...). Ces facteurs sont d'autant plus difficiles à contrôler que l'échantillon de population étudiée est grand. La localisation d'une installation influencera les résultats de l'étude également. Pour une installation située en zone urbaine, en présence d'autres sources de pollution, il sera ainsi difficile d'attribuer la part stricte liée à l'installation étudiée.

...nécessitant une interprétation prudente des résultats

Les effets non-cancérigènes, cancérogènes et reprotoxiques des incinérateurs et des centres de stockage sont les effets qui ont été les plus étudiés jusqu'à présent.

Incinérateurs

En matière d'incinération, étant donné le délai d'apparition de certaines pathologies, les études ont porté en majorité sur l'effet d'installations répondant aux normes d'exploitation passées. Aucune relation formelle n'a pu être établie actuellement entre leur activité et l'apparition d'effets sanitaires au sein des populations riveraines exposées à leur rejets atmosphériques. Le Comité de prévention et de précaution du Ministère de l'écologie et du développement durable soulignait néanmoins en 2004 « la nécessité de rester prudent et de ne pas tirer de conclusion définitive avant que des études complémentaires, permettant, dans la mesure du possible, de mieux documenter les niveaux d'exposition, voire d'imprégnation, des individus résidents à proximité d'UIOM soient publiées » [CPP, 2004].

Dans cette optique, une enquête nationale sur l'imprégnation par les dioxines a été lancée par l'INVS et l'AFSSA dès 2004. Plus de 1 000 participants ont été retenus pour cette étude. Les résultats ne mettent pas en évidence de différence d'imprégnation par les dioxines et PCB entre les riverain d'UIOM et les résidents non soumis à une source connue de dioxines. Cependant, pour les

autoconsommateurs de produits locaux, l'imprégnation est influencée par la consommation de produits tels que les produits laitiers, les œufs et les lipides animaux.

Concernant le fonctionnement actuel des incinérateurs, plusieurs études d'évaluation des risques ont été menées [SFSP, 1999 - Institut universitaire d'Hygiène et de santé publique, 2001]. Elles concluent toutes qu'au regard des connaissances disponibles, la modernisation des installations et le respect des valeurs réglementaires de rejets doivent permettre de garantir des niveaux de risque faibles d'un point de vue populationnel. L'impact prépondérant reste dû aux émissions de dioxines et dans une moindre mesure, aux émissions de certains métaux lourds (cadmium, mercure, plomb) ainsi que des poussières.

Centres de stockage

En France, jusqu'à la promulgation de l'arrêté du 9 septembre 1997, le contrôle des déchets entrants, des effluents gazeux et des lixiviats n'était pas totalement assuré sur les sites. L'impact de ces premières générations de décharges sur la santé des populations reste aujourd'hui peu connu et l'exploitation de décharges non autorisées aggrave certainement cette problématique. Ces décharges non autorisées ont fait l'objet d'un recensement, suivi d'une identification de l'impact potentiel, d'un traitement du milieu si nécessaire et d'une réhabilitation du site en cas de nuisance importante. La mise en place d'un réseau de surveillance environnementale a été réalisé le plus souvent ; dans de rares cas, ces découvertes ont donné suite à la mise en place d'une surveillance sanitaire.

Suite au renforcement des obligations réglementaires, toutes les installations disposent actuellement de système de drainage et de traitement des lixiviats, captent et valorisent le biogaz. Avec l'existence d'une double barrière de protection (passive et active), les risques de fuite de substances chimiques vers le milieu aquatique apparaissent aujourd'hui limités. Les quelques études d'évaluation des risques menées concluent que les risques encourus autour de ces centres récents ne semblent pas préoccupants si ces bonnes pratiques de gestion sont respectées. Une attention particulière doit être cependant portée aux émissions atmosphériques de quelques polluants : sulfure d'hydrogène et composés odorants, poussières⁴⁵. Elles soulignent enfin la nécessité d'un suivi environnemental systématique et adapté pour chaque site [INVS, 2005 – Glandier, 2002].

⁴⁵ L'arrêté du 19 janvier 2006 renforce les prescriptions relatives aux CET en demandant un confinement total des déchets sur toute la hauteur.

D'une manière générale, les sites présentant des risques potentiels, du fait de leur exploitation passée ou actuelle, doivent être recensés. Rappelons, à ce propos, l'objectif national qui prévoit la fermeture de tous les sites non autorisés (décharges brutes) d'ici mars 2007. Ce recensement doit concerner également les dépôts sauvages.

Concernant les agents biologiques, les données d'exposition des populations sont parcellaires. Les niveaux de concentrations relevés jusqu'à présent dans l'environnement des sites sont sensiblement identiques à ceux retrouvés habituellement dans l'air extérieur. Des pics de concentrations apparaissent lors d'opérations de déversement de déchets ou encore de brassage des lixiviats,... Il n'est pas exclu que dans un contexte météorologique et/ou topographique favorable, ces concentrations élevées soient détectées au niveau des populations riveraines au-delà de 200 m.

Centres de tri, plates-formes de compostage et de méthanisation

Pour les installations de tri des déchets et compostage/méthanisation, les études se sont penchées principalement sur l'exposition professionnelle aux poussières et agents biologiques pouvant être émis lors de la manipulation des déchets. Les concentrations retrouvées sur les sites peuvent être importantes et supérieures aux valeurs recommandées dans d'autres pays ou dans d'autres branches de métier pour certains agents. Les données concernant l'exposition des populations riveraines sont peu nombreuses. Les rares études menées autour des sites de compostage indiquent qu'au-delà de 200 m, les concentrations seraient de l'ordre des niveaux de fond dans l'environnement, néanmoins à la lecture des études épidémiologiques, il semble possible que des effets sanitaires puissent être détectés chez des personnes hypersensibles au-delà de cette distance. Pour les centres de tri, le risque ne semble pas concerner la population générale.

Dans cette étude nous avons tenté de faire le point sur les risques sanitaires associés aux principales installations de traitement des déchets. Dans la mesure du possible, il a été tenté de se situer dans un contexte local. Compte-tenu de la situation francilienne, la valorisation énergétique de l'incinération a été privilégiée par le passé. Aucune pathologie n'a pu être reliée avec certitude au fonctionnement des anciennes unités de traitement en Ile-de-France. La modernisation du parc des incinérateurs franciliens a entraîné une nette réduction de la pollution générée par ces installations, notamment en matière de dioxines. Leur contribution au niveau de la pollution francilienne semble désormais faible.

Les nouveaux enjeux sanitaires semblent plutôt se situer au niveau des nouveaux procédés biologiques, des émissions diffuses et des nuisances provoquées par les sites pour lesquels les données sont parcellaires aujourd'hui.

Dans cette partie, il ne s'agit pas de répéter les diverses recommandations déjà diffusées par les nombreuses institutions mais de souligner les données manquantes et les pistes de recherche vers lesquelles il pourrait être intéressant de se diriger à l'avenir et qui pourraient être inscrites dans un futur PREDMA.

Le respect de la réglementation et l'amélioration de la transparence

Le bon fonctionnement des installations et le respect des valeurs réglementaires en matière de rejets canalisés et l'amélioration des technologies est le meilleur moyen de limiter les effets des installations sur la santé des populations riveraines. Les inspections régulières des services compétents permettent de s'assurer de ce bon fonctionnement. A l'instar de ce qui est fait actuellement pour les contrôles semestriels des incinérateurs en matière de métaux et de dioxines, il pourrait être envisagé que les résultats de ces inspections soient diffusés auprès du public de manière synthétique⁴⁶.

Même si les exigences réglementaires se sont renforcées ces dernières années, que des réseaux de surveillance environnementale se développent autour des sites, des efforts restent à faire. En matière de contamination des eaux souterraines et des eaux superficielles, l'amélioration de la protection des captages destinés à l'alimentation en eau potable des populations doit se poursuivre.

Elle passe par la mise en place des périmètres de protection prévus dans la réglementation, dont la réalisation actuelle est très disparate selon les départements et qui nécessite des moyens humains et financiers (action 10 du PRSE).

⁴⁶ Les données issues des déclarations annuelles des exploitants d'installations industrielles et d'élevages sont accessible sur le site Internet du registre français des émissions polluantes (IREP) : <http://www.pollutionsindustrielles.ecologie.gouv.fr/IREP/index.php>

Concernant les centres de stockage, le recensement des installations fonctionnant de manière illégale doit se poursuivre. Leur fermeture ou leur mise en conformité doit être réalisée pour la fin mars 2007⁴⁷.

Tableau 54. Liste des études en cours concernant les bio-aérosols

Organisme	Thème de l'étude	Date	Contact
INRS	Projet transversal institutionnel « Risque biologique » sur la métrologie des bio-aérosols Thèmes de recherche : revue bibliographique sur les techniques de prélèvement et d'analyses disponibles, choix des meilleures techniques pour les différents environnements, métrologie des endotoxines et mycotoxines ...	Début 2006	Colette Le Bacle
CSTB	Mise au point de nouvelles techniques de mesures, notamment de métabolites	En cours	-
LHVP	Mise au point de nouvelles techniques : épifluorescence, endotoxines, glucanes, recherche d'allergènes par méthode immunologique...	En cours	-
INERIS	Connaissance de l'exposition par inhalation au voisinage des sites de compostage Mise au point de techniques d'analyses sur les traceurs sanitaires retenus, évaluation de l'exposition des populations, établissement d'un guide d'échantillonnage aux alentours des sites à destination des exploitants visant à déterminer la nature des campagnes de mesures de surveillance à mener	Début 2006 Résultats prévus pour 2007	Marc Durif

Source : [INERIS, 2003 - ADEME, 2006]

⁴⁷ Conformément à l'annonce du Ministère de l'écologie et du développement durable d'octobre 2006. L'état d'avancement des fermetures est accessible sur le site : <http://www.dechargesillegales.fr/>.

La prise en compte des préoccupations émergentes

Les préoccupations émergentes semblent concerner les rejets diffus et les nuisances (olfactives, sonores) pour lesquelles il n'existe peu ou pas de moyen d'évaluer l'impact sanitaire sur les populations riveraines des installations.

Concernant les poussières émises dans l'atmosphère par les sites de compostage, des mesures simples peuvent permettre de diminuer leur envol : recouvrement des déchets, plantation de haies afin d'abattre les concentrations au niveau des habitations... Il conviendrait d'inciter les exploitants à recourir à ces bonnes pratiques.

Pour les bio-aérosols, un problème majeur se pose actuellement : les limites des techniques de mesures actuelles des concentrations micro-organismes. Plusieurs travaux sont actuellement en cours au niveau national (Tableau 54, page précédente). Les résultats sont attendus pour la plupart pour l'année 2007. Ils devront permettre d'engager des études ultérieures visant à caractériser l'exposition de populations aux alentours des centres de compostage et des centres de stockage (pertinence et faisabilité d'une enquête épidémiologique ?).

Concernant les nuisances olfactives, les traitements neutralisants se sont développés sur les sites. Outre le fait que le choix de ces produits doit être réalisé en tenant compte de leur toxicité éventuelle, il conviendrait de s'assurer de leur efficacité par des mesures métrologiques sous différentes conditions climatiques. De manière générale, une meilleure prise en compte des plaintes des riverains devrait être envisagée. Quelques initiatives ponctuelles en la matière peuvent être recensées dans la région.

Entre juin 1995 et juillet 1996 par exemple, un dispositif temporaire de suivi des plaintes "odeurs" a été mis en place en Vallée-de-Seine. Ce recensement des plaintes a été couplé à un travail d'identification des sources d'émissions olfactives d'origine industrielle et des moyens mis en œuvre pour résoudre ces problèmes. Il est ressorti de ces travaux que les plaintes recueillies (250 au total sur la période de suivi) correspondaient essentiellement à des odeurs supposées provenir d'ICPE.

Dans 72% des cas, les plaintes provenaient de populations déjà très sensibilisées à une gêne olfactive ressentie depuis longtemps. Cette étude, menée par différents organismes partenaires (14 communes, 6 associations de protection de l'environnement et des administrations : DRIRE, DDE, pompiers...) a permis de répondre par des solutions concrètes à une gêne ressentie par la population et de résoudre les principaux problèmes.

Citons également l'action menée par le SYCTOM pour la construction de la nouvelle usine d'incinération ISSEANE, à Issy-les-Moulineaux. A la demande du conseil municipal de la ville, le SYCTOM a présenté une charte de qualité environnementale et s'est engagé, entre autres, à mettre en

oeuvre des mesures adaptées aux différentes phases des travaux pour réduire au maximum les nuisances de bruit, de vibrations, de poussières, d'odeurs,... Cet engagement s'est traduit notamment par la mise en place et la diffusion, sur leur site Internet, de tableaux de bord de suivi d'indicateurs pour chacune des nuisances.

L'acquisition de données concernant l'exposition des franciliens

Toujours en matière de nuisances olfactives, en région Provence-Alpes-Côte-d'Azur, c'est un véritable réseau de surveillance des odeurs qui est mis en place depuis 2001, fruit de la collaboration entre des bénévoles, la DRIRE et les différentes associations de surveillance de la qualité de l'air. L'originalité du projet repose sur l'organisation de campagnes de mesures olfactives à l'aide de " nez-bénévoles ". Ces campagnes ont permis d'identifier les secteurs où les nuisances étaient jugées les plus inacceptables et de caractériser l'exposition des habitants. L'ensemble de ces données, analysées par la DRIRE, a entraîné l'identification des sources potentielles d'odeurs à traiter en priorité. Au regard de cette dernière initiative, il pourrait être intéressant, en Ile-de-France, de mettre en place une telle démarche de gestion des situations de nuisances olfactives à l'échelle régionale afin d'obtenir une meilleure connaissance des niveaux d'exposition des franciliens et d'engager des mesures préventives. Cependant, il faut signaler qu'en Ile-de-France, les odeurs ne sont pas uniquement liées au traitement des déchets et que de nombreuses sources de nuisances olfactives existent. Par ailleurs, la surveillance des odeurs n'est pas spécifiquement de la compétence des services de contrôle des installations classées. C'est donc la création d'un réseau dédié à la surveillance des odeurs qui pourrait être envisagé.

C'est d'ailleurs la direction qui a été prise en matière de nuisances sonores avec la création de l'observatoire régional du bruit, BRUITPARIF, en 2004. La réalisation d'une première grande campagne de mesure sur l'ensemble de l'agglomération parisienne a débuté cette année. Les résultats de cette étude vont permettre de disposer d'informations fiables sur les niveaux sonores auxquels sont exposés les franciliens. A travers le développement d'un réseau de mesure permanent, la publication de cartographies du bruit et la diffusion des connaissances, cet observatoire souhaite détecter les " points noirs de bruit ", évaluer et améliorer les politiques de prévention des nuisances sonores. Il pourrait être envisageable de prévoir des emplacements de mesures au niveau des sites de traitement des déchets.

De manière générale, le recensement des usages sensibles autour des installations devrait être poursuivi. L'identification des groupes de populations caractérisés par un fort taux d'autoconsommation autour des incinérateurs pourrait, par exemple, être envisagé (réalisation d'une enquête alimentaire ?). Enfin, à l'image de ce qui est en cours pour les dioxines, il serait envisageable de mettre en place des réseaux de surveillance sanitaire afin d'estimer l'exposition individuelle francilienne à certains polluants ; principalement sur les sites où les populations sont soumis aux rejets de nombreuses installations industrielles (caractérisation des multi-expositions).

Références

ADEME, Etat des connaissances sur le devenir des germes pathogènes et des micropolluants au cours de la méthanisation des déchets et sous-produits organiques, 1998

ADEME, Bilan environnemental sur les filières de recyclage : l'état des connaissances ACV, Série : données de référence, 2002

ADEME Délégation régionale d'Ile-de-France, Les plates-formes de compostage de déchets végétaux, Série : connaître pour agir, 2003

ADEME pour le Ministère de l'environnement et du développement durable, Evaluation environnementale des plans d'élimination des déchets, Guides et cahiers techniques : connaître pour agir, 2004

ADEME et le groupement Cemagref/INRA/CreeD/Anjou recherche/Ecobilan/Orval, Impact environnementaux de la gestion biologique des déchets : bilan des connaissances, 2005

ADEME, Enquête ITOM 2004, disponible sur leur site (<http://www.ademe.fr/>), 2006

ADEME, A chaque déchet des solutions : les déchets toxiques en quantités dispersées, Données générales et chiffres clés, disponible sur leur site (<http://www.ademe.fr/>), 2006

ADEME, Document préparatoire à la journée de travail sur les risques sanitaires des émissions de la filière compostage des déchets organiques du 26 mai 2006 : quelques actualités sur les données existantes, 2006

AIRPARIF, Campagne de mesures des dioxines et furannes dans l'air ambiant, Bibliographie et résumé technique, 2005

AIRPARIF, Analyse de l'inventaire et du cadastre des émissions des principaux gaz à effet de serre en Ile-de-France, 2005

AFSSA, Dioxines : données de contamination et d'exposition de la population française, 2000

AMORCE pour l'ADEME, Comment évaluer les impacts environnementaux au moyen de l'Analyse du Cycle de Vie, 2005

ASTEE, Guide méthodologique pour l'évaluation du risque sanitaire de l'étude d'impact d'une usine d'incinération d'ordures ménagères, 2003

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

ASTEE, Guide méthodologique pour l'évaluation du risque sanitaire de l'étude d'impact des installations de compostage soumises à autorisation, 2006

Baker D, Greenland S, Mendlein J, A health study of two communities near the Stringfeillows waste disposal site, Arch Environ Health, 43:325-34, 1988

Beccochi S, Les polluants et les techniques d'épuration des fumées, 1998

Berry M, Bove F, Birth weight reduction associated with residence near a hazardous waste landfill, Environ Health Persp, 105:856-61, 1997

Biggeri A, Barbone F, Lagazio C, Bovezi M, Stanta G, Air pollution and lung cancer in Trieste, Italy : spatial analysis of risk as a function of distance from sources, Environ Health Persp, 104:750-4, 1996

Brender D, Zhan B, Suarez L, Langlois P, Moody K, Maternal residence proximity to waste sites and industrial facilities and oral clefts in Offspring, J Occup Environ Med, 48:565-72, 2006

Breum NO, Würtz H, Midtgaard U, Ebbehøj N, Dustiness and bio-aerosol exposure in sorting recyclable paper, Waste Manag Res, 17:100-8, 1999

Bröns-Laot G, Evaluation environnementale de la valorisation des mâchefers d'incinération d'ordures ménagères, Thèse soutenue à l'INSA de Lyon, 2002

Bour C, Romain E, Thouet A, Evaluation et gestion des situations de nuisances olfactives, Ateliers de santé environnementale de l'Ecole Nationale de la Santé Publique, 2006

Browne ML, Ju C, Recer GM, Kallenbach LR, Mellius JM, Horn EG, A prospective study of health symptoms and *Aspergillus fumigatus* spore counts near a grass and leaf composting facility, *Compost Sci Util*, 9:242-249, 2001

Bunger J, Antlauf-Lammers M, Schutz TG, Westphal GA, Muller MM, Ruhnau P, Hallier E, Health complaints and immunological markers of exposure to bioaerosols among biowaste collectors and compost workers, *Occup Environ Med* 57: 458-64, 2000

CAREPS pour l'ADEME, Etude bibliographique sur l'évaluation des risques liés aux bioaérosols générés par le compostage des déchets, Rapport n°317, 2002

Cercle National du Recyclage, Le traitement biologique des déchets organiques, disponible sous le lien <http://www.cercle-recyclage.asso.fr/publi/dossiers/frdossiers.htm/>

CIRE Ile-de-France et DDASS Seine-Saint-Denis : Legout C, Mandereau B, Creusvaux H, Somarriba C, Boudeville F, Mathieu A, Isnard H, Enquête sur l'imprégnation par le plomb des enfants fréquentant le quartier de La Poudrette à Pavillon-sous-Bois, Seine-Saint-Denis en 2004, Poster dans le cadre de la journée de veille sanitaire, 2005

Clarck SC, Bjonson J, Schwartz-Fulton J, Holand JW, Gartside PS, Biological health risks associated with the composting of waste water treatment plant sludge, *J Water Poll Cont Fed*, 56 :1269-1276, 1984

Cobb N, Sullivan P, Etzel R, *J Agromed*, 2:12-25, 1995

Commission européenne, Attitudes des citoyens européens vis-à-vis de l'environnement, Eurobaromètre spécial, 2005

Conseil Général de l'Essonne, Plan départemental d'élimination des déchets ménagers et assimilés de l'Essonne, disponible sur leur site (<http://www.essonne.fr/>), 2002

Conseil économique et social d'Ile-de-France, Rapport sur la gestion durable des déchets ménagers et assimilés en Ile-de-France à l'horizon 2002, 2001

Constable P, Ray D, Consideration on health hazards associated with the recycling of household waste, *Environ Health*, 87, 1979

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

Crook B, Higgins S, Lacey J, Airborne micro-organisms associated with domestic waste disposal, Final report of to the HSE contract number 1/MS/126/683/82 HSE, 1987

Dayal H, Gupta S, Trieff N, Maierson D, Reich D, Symptoms clusters in a community with chronic exposure to chemicals in two superfund sites, *Arch Environ Health*, 50:108-11, 1995

Departement for Environment, Food and Rural Affairs of UK, Review of environmental and health effects of waste management and similar wastes, 2004

Delaunay N, Une approche du risque microbiologique aéroporté dans une usine de compostage industriel d'ordures ménagères, Etude menée en 1995, disponible sous le lien http://www.ast67.org/som_ast/enquete_ast/compost.htm, 1997

Deloraine A, Zmirou D, Tillier C, Bourcharlat A, Bouti H, Case control assessment of the short-term health effects of an industrial toxic waste landfill, *Environ Res*, 68:124-32, 1995

Deml E, Mangelsdorf I, Greim H, Chlorinated dibenzodioxins and dibenzofurans in blood and human milk of non occupationally exposed persons living in the vicinity of a municipal waste incinerator, *Chem*, 33:1941-50, 1991

Desportes I, Benoit-Guyot JL, Zmirou D, Hazard to man and the environment posed by the use of urban waste compost : a review, *Sci Tot Environ*, 172:197-222, 1995

Diaz LF, Riley L, Savage G et Trezek GJ, Health aspect considerations associated with resource recovery, *Compost Sci*, 17:18-24, 1976

Diggle P, Gatrell AC, Lovett AA, Modelling the prevalence of cancer of the larynx in part of Lancashire : a new methodology for spatial epidemiology, In *Spatial Epidemiology*, Eds : RD Thomas, London, Pion, 1990

Direction de la protection de l'environnement, Mairie de Paris, Présentation du 16 novembre 2005 dans le cadre de la journée d'échange sur les déchets dangereux pris en charge par les collectivités organisée par l'ORDIF, 2005

Dolk H, Vrijheid M, Armstrong B, Abramsky L, Bianchi F, Garne E, Nelen V, Robert E, Scott JE, Stone D, Tenconi R, Risk of congenital anomalies near hazardous-waste landfill sites in Europe : the EUROHAZCON study, *Lancet*, 352:423-6, 1998

Douwes J, Wouters I, Dubbeld H, Van Zwieten L, Wouters I, Doekes G, Heederik D, Upper airway inflammation assessed by nasal lavage in compost workers : a relation with bioaerosols exposure, *Am J Ind Med*, 37:459-68, 2000

DRIRE Ile-de-France, L'environnement industriel en Ile-de-France, 2004

Ducel G, Pitteloud JJ, Rufener-Press C, Bathy M, Rey P, Importance de l'exposition bactérienne chez les employés de voirie chargés de la levée des ordures, *Med Soc Prev*, 21 :136-8, 1976

Duclos G, Les risques sanitaires liés au tri des déchets, Mémoire de l'Ecole Nationale de la Santé Publique, 1997

Dummer T, Dickinson H, Parker L, Adverse pregnancy outcomes around incinerators and crematoriums in Cumbria, north west England, 1956-93, *J Epid Comm Health*, 57, 451-61, 2003

Dunne MP, Burnett P, Lawton J, Raphael B, The health effects of chemical waste in an urban community, *Med J Aust*, 152:592:7, 1990

Elliot P, Hills M, Beresford J, Kleinschmidt I, Jolley D, Pattenden S, Rodrigues, Westlake A, Rose G, Incidence of cancers of the larynx and lung near incinerators of waste solvents and oils in Great Britain, *Lancet*, 339:854-8, 1992

Elliot P, Shaddick G, Kleinschmidt I, Jolley D, Walls P, Beresford J, Grundy C, Cancer incidence near municipal solid waste incinerators in Great Britain, *Br J Cancer*, 73, 702-10, 1996

Elliot P, Briggs D, Morris S, De Hoogh C, Hurt C, Jensen T K, Maitland I, Richardson S, Wakefield J, Jarup L, Risk of adverse birth outcomes in populations living near landfill sites, *BMJ*, 323:363-8, 2001

Elliot P, Morris S, Briggs D, De Hoogh C, Hurt C, Jensen T, Maitland I, Lewin A, Richardson S, Wakefeld J, Jarup L, Birth outcomes and selected cancers in populations living near landfill sites – report to the department of health, The small area health statistics unit, 2001

ENSP pour la FNADE et le Ministère de l'écologie et du développement durable, Eléments pour la prise en compte des effets des unités de compostage de déchets sur la santé des populations riveraines, Rapport d'étude, 2002

Environment agency, Monitoring the environmental impact of waste composting plant, R&D technical report, 2001a

Environment agency, Health effects of composting : a study of three compost sites and review of past data, , Technical report P1-315/TR, 2001b

Environment agency, Waste pre-treatment : a review report, 2002

Enviros, Norfolk county council : waste technology review, étude non publiée, 2003

Enviros/ODPM, Planning issues associated with waste management facilities, étude non publiée, 2004

Epstein E, Protecting workers at composting facilities, *Biocycle*, 37:69-77, 1996

European commission, DG Environment, UK Department of environment, transport and the regions, compilation of EU dioxin exposure and health data, task 2, 1999

Fabriès JF, Métrologie des bio-aérosols de l'air intérieur : évaluation de l'exposition, Biocontaminants de l'air intérieur : effets sur la santé et prévention, Faculté de médecine, Université de Bourgogne, Dijon, 2001

Fedorak PM, Rogers RE, Assessment of the potential health risks associated with the dissemination of micro-organisms from a landfill site, *Waste Man Res*, 537-63, 1991

Fielder HM, Jones C, Palmer SR, Lyons RA, Hillier S, Joffe M, Report on the study of time to pregnancy in the Rhondda Valleys, Welsh Combined Centre for Public Health, Cardiff, 2000

Fielder HM, Palmer SR, Poon-King C, Moss N, Coleman G, Addressing environmental health concerns near Trecatti landfill site, United Kingdom, Arch Environ Health, 56: 529-35, 1997

Fielder HM, Poon-King CM, Palmer SR, Moss N, Coleman G, Assessment of impact on health of residents living near Nant-y-Gwyddon landfill site : retrospective analysis, BMJ, 320:19-22, 2000

Fierens S, Focant JF, Epe G, De Pauw E, Bernard A, Evaluation de la charge corporelle en dioxines des riverains d'incinérateurs et de la sidérurgie : résultats d'une étude réalisée en Belgique, Environ Risq Sant, 4, 2005

Floret N, Mauny F, Challier B, Arveux P, Cahn J-Y, Viel JF, Dioxins emissions from a solid waste incinerator and risk of Non-Hodgkin Lymphoma, Epidem, 14: 392-8, 2003

Focant JF, Pirard C, Thielen C, De Pauw E, Levels and profiles of PCDDs, PCDDFs and PCBs in Belgian breast milk : estimation of infant intake, Chem, 48:763-70, 2002

Forestier D, Analyse de la transmission au public des connaissances sur les risques sanitaires liés au traitement des déchets : propositions d'amélioration, Mémoire de l'Ecole Nationale de la Santé Publique, 2004

François G, Faisabilité d'une étude épidémiologique auprès des travailleurs des centres de compostage, Mémoire de l'Ecole Nationale de la Santé Publique, 2005

Freeman NCG, Wainman T, Lioy PJ, Stern AH, Shupack SI, The effect of remediation of chromium waste sites on chromium levels in urine of children living in the surrounding neighbourhood, J Air Waste Man Assoc, 45:604-614, 1995

Gatrell AC, Lowett AA, Burning questions : incineration of wastes and implications of human health, Research report n°8, North west regional research laboratory, Lancaster university, UK, 1992

Gladding T, Coggins PC, Exposure to micro-organisms and health effects of working in UK recovering facilities : a preliminary report, Ann Agric Environ Med, 4:137-41, 1997

Glandier S, Risques sanitaires liés aux fuites de lixiviats des centres de stockage de déchets ménagers et assimilés, Mémoire de l'École Nationale de la Santé Publique, 2002

Goldberg MS, Al-Homsi N, Goulet L, Riberdy H, Incidence of cancers among persons living near a municipal solid waste landfill site in Montreal, Quebec, Arch Environ Health, 50:416-24, 1995

Goldberg MS, Goulet L, Riberdy H, Bonvalot Y, Environ Res, 69:37, 1995

Goldberg MS, Siemiatyck J, De War, Desy M, Riberdy H, Risk of developing cancer relative to living near a municipal solid waste landfill site in Montreal, Quebec, Arch Environ Health, 55:291-6, 1999

Gonzales MJ, Jimenez B, Hernandez LM, Gonnord MF, Levels of PCDDs and PCDFs in human milk from populations in Madrid and Paris, Bull Environ Cont Tox, 56:197-204, 1996

Gonzales CA, Kogevinas M, Gadea E, Huici A, Bosch A, Bleda MJ, Pöpke O, Biomonitoring study of people living near or working at a municipal solid waste incinerator before and after two years operation, Arch Environ Health, 55:259-67, 2000

Gray EJ, Peat JK, Mellis C, Harrington J, Woolcock AJ, Asthma severity and morbidity in a population sample of Sydney school children : part 1, Prevalence and effect of air pollutants in coastal regions, Aust NZ J Med, 24:168-75, 1994

Grigg M, Report on survey to assess airborne micro-organisms and respirable particulate at TIRU (New Brunswick) INC P&R Facility, Berry Mills Landfill site on August 27, 1996

Hall HI, Price-Green PA, Dhara VR, Kaye WE, Health effects related to releases of hazardous substances on the superfund priority list, Chemosphere, 31:2455-61, 1995

Heederick D, Douwes J, Towards an occupational exposure limit for endotoxins ?, Ann Agric Environ Med, 4:17-9, 1997

Heldal KK, Halstensen AS, Thorn J, Djupesland P, Wouters I, Eduard W, Halstensen TS, Upper airway inflammation in waste handlers exposed to bioaerosols, Occup Environ Med, 60:444-50, 2003

Herr CEW, Zur Nieden A, Jankofsky M, Stilianakis NI, Boedeker RH, Eikmann TF, Effects of bio-aerosols polluted outdoor air on airways of residents : a cross sectional study, *Occup Environ Med* , 60:336-342, 2003

Hertzman C, Hayes M, Singer J, Highland J, Upper Ottawa street landfill site health study, *Environ Health Perspect*, 75:173-95, 1985

Hu SW, Shy CM, Health effects of waste incineration : a review of epidemiological studies, *J Air Waste Man Assoc*, 51, 1100-9, 2001

Hu SW, Hazucha M, Shy CM, Waste incineration and pulmonary function : an epidemiologic study of six communities, *J Air Waste Man Assoc*, 51:1185-94, 2001

IAURIF et ORS Ile-de-France, Les apports de matières fertilisantes et de pesticides dans les sols franciliens : impacts sanitaires et environnementaux, 2004

IFEN, Chiffres-clés, 2002

INERIS, Données disponibles pour l'évaluation des risques liés aux bio-aérosols émis par les installations de stockage des déchets ménagers et assimilés, Rapport final, 2003

INERIS pour le Ministère de l'écologie et du développement durable, Données disponibles pour l'évaluation des risques liés aux bioaérosols émis par les installations de stockage des déchets ménagers et assimilés, Rapport final, 2003

INERIS, Fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques, disponibles sous le lien :

http://www.ineris.fr/index.php?module=cms&action=getContent&id_heading_object=3

INRS, Caractérisation des risques chimiques professionnels de la filière gestion des déchets : analyse *a priori* des risques potentiels, Note scientifique et technique, 2004

INRS, Conception des centres de tri des déchets : déchets ménagers et assimilés issus de la collecte sélective, 2005

INRS, Conception des centres de tri des déchets : déchets banals et déchets de chantiers, 2006

INSERM, Dioxines dans l'environnement : quels risques pour la santé ?, Ed. INSERM, 2000

Institut universitaire d'hygiène et de santé publique, Evaluation du risque pour la santé lié aux émissions atmosphériques des incinérateurs soumis aux nouvelles valeurs-limites de l'Union Européenne, rapport final, 2001

INVS, Incinérateurs et santé : guide pour la conduite à tenir lors d'une demande locale d'investigations sanitaires autour d'un incinérateur d'ordures ménagères, 2003

INVS, Stockage des déchets et santé publique, Synthèse et recommandations, Rapport disponible sur les sites de l'InVS (<http://www.invs.sante.fr/>), 2005

Ivens U, Ebbehoj N, Poulsen OM, Skov T, Diarrhoea among waste collector associated with bioaerosols exposure, *Ann Agric Environ Med*, 4:63-68, 1997a

Ivens U, Ebbehoj N, Poulsen OM, Skov T, Gastrointestinal symptoms among waste collector and bioaerosols exposure, *Ann Agric Environ Med*, 4:153-157, 1997b

Jager E, Rueden H, Zeshmar Lahl B, Air microbial burden at garbage sorting facilities, *Zentralbl Hyg Umweltmed*, 197:398-407, 1995

Jansson B, Voog L, Dioxins from Swedish municipal incinerators and the occurrence of cleft lip and palate malformations, *Int J Environ Stud*, 34: 99-104, 1989

Jervis RE, Krishnan SS, Ko MM, Vela LD, Biological incinerator emissions of toxic inorganics, their residues and their availability, *Analyst*, 120, 3:651-657, 1995

Johnson BL, A review of the effects of hazardous waste on reproductive health, *Am J Obstetrics Gynecol*, 181:S12-S16, 1999

Jones P, Twinning in human populations and in cattle exposed to air pollution from incinerators, *Br J Ind Med*, 46:2156, 1989

Kharrazi M, Von Behren J, Smith M, Lomas T, Armstrong M, Broadwin R, Blake E, McLaughlin B, Worstell G, Goldman L, A community based study of adverse pregnancy outcomes near a large hazardous waste landfill in California, *Toxicol Ind Health*, 13:223-310, 1997

Kiviranta H, Tuomainen A, reiman M, Laitinen S, Nevalainen A, Liesivuori J, Exposure to airborne microorganisms and volatile organic compounds in different types of waste handling, *Ann Agric Environ Med*, 6:39-44, 1999

Knox E G, Childhood cancers, birthplaces, incinerators and landfill sites, *Int J Epidemio*, 29:391-7, 2000

Koblantz SM, Teiger DG, Kitto ME, Dutkiewicz VA, Matuszek JM, Husain L, Impact assessment of emissions from a municipal waste incinerator, *Environ Monit Assess*, 45:21-42, 1997

Kocan A, Bencko V, Sixl W, Polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDDs) and dibenzofurans (PCDFs) in the hair of people living on municipal refuse dumping sites in Cairo (Egypt), *Toxicol Environ Chem*, 36:33-7, 1992

Lavoie J, Guertin S, Evaluation of health and safety risks in municipal solid waste recycling plant, *J Air Waste Manag Assoc*, 51:352-60, 2001

Legator MS, Singleton CR , Morris DL, Philips DL, The health effects of living near cement kilns : a symptom survey in Midlothian , Texas, *Tox Ind Health*, 14:829-42, 1998

Lipscomb JA, Goldman LR, Satin KP, Smith DF, Vance WA, Neutra RR, A follow-up study of the community near the McColl waste disposal site, *Environ Heath Persp*, 94:15-2, 1991

Lloyd OM, Lloyd MM, Williams FMR, Lawson A, Twinning in human populations and cattle exposed to air pollution from incinerators, *Br J Ind Med*, 45:456-60, 1998

Logue JN, Fox JM, Residential health study of families living near the Drake Chemical Superfund site in Lock Haven, Pennsylvania, *Arch Environ Health*, 41:222-8, 1986

Lundholm M, Rylander R, Occupational symptoms among compost workers, *J Occup Med*, 22:256-7, 1980

Mahar S, Reynolds SJ, Thorne PS, Worker exposure to particulates, endotoxins and bioaerosols of two refused-derived fuel plants, *Am Ind Hyg Assoc*, 60:679-83, 1999

Mairie de Paris, Direction de la protection de l'environnement, Gestion municipale des déchets ménagers spéciaux, Intervention de Lange A dans le cadre du colloque « Les déchets ménagers à la charge des collectivités franciliennes : modalités de gestion, coûts, perspectives », novembre 2005

Mallin K, Investigation of a bladder cancer cluster in north-western Illinois, *Am J Epidemiol*, 132(1 suppl), S96-106, 1990

Malmros P, The working conditions at Danish sorting plants, ISWA proceeding, Academic press Ltd, vol 1 :437-94, 1988

Malmros P, Get wise on waste : a book about health and waste handling Danish working environment service, 1992

Malmros P, Jonsson P, Wastes management : planning for recycling and worker's safety, *J Waste res Recovery*, 1:107-12, 1994

Marchand G, Lavoie J, Lazure L, Evaluation of bioaerosols in a municipal solid waste recycling and composting plant, *J Air Waste Manage Assoc*, 45:778-81, 1995

Marth E, Reinthaler FF, Schaffer K, Jeloucans S, Haselbachers S, Eibel U, Kleinhappl B, Occupational health risks to employees of waste treatment facilities, Recommendations. In : International meeting on waste collection and recycling, Bioaerosols exposure and health problems, Abstract collection 1996, 13-14 September, Koge, Denmark

Marth E, Reinthaler FF, Haas D, Eibel U, Feierl G, Wendelin I, Jelovcan S, Barth S., Waste management and health : a longitudinal study, *Schriftenreihe des Vereins fur Wasser-, Boden- und Lufthygiene*, 104:569-83,1999

Mc Lanaghan S, Delivering the landfill directive : the role of new and emerging technologies, 2002

Michelozzi P, Fusco D, Forastiere F, Ancona C, Dell'Orco V, Perucci C A, Small area study of mortality people living near multisources of air pollution, *Occup Environ Med*, 55:611-5, 1998

Miller MS, MacGeehin M A, Reported health outcomes among residents living adjacent to a hazardous waste site, Harris County texas, *Tox Ind Health*, 13:31-9, 1997

Millner, Bioaerosols associated with composting facilities, *Compost Sci Util*, 2:4-57, 1994

Ministère de l'écologie et du développement durable, Direction de la prévention et des risques, Résultats des mesures de dioxines dans le lait au voisinage des usines d'incinération d'ordures ménagères de capacité supérieure à 6t/h et inférieure à 6t/h en fonctionnement en 2003, disponible sur leur site (<http://www.ecologie.gouv.fr/>), décembre 2003

Ministère de l'écologie et du développement durable, Direction de la prévention et des risques, Les incinérateurs d'ordures ménagères : quels risques ? quelles politiques ? , disponible sur leur site (<http://www.ecologie.gouv.fr/>), 2004

Ministère de l'écologie et du développement durable, Direction de la prévention et des risques, Suivi des décharges non autorisées : bilan au 15 juin 2005, disponible sur leur site (<http://www.ecologie.gouv.fr/>), 2005

Ministère de l'écologie et du développement durable, Direction de la prévention et des risques, Résultats des mesures de dioxines et furannes à l'émission des usines d'incinération d'ordures ménagères, disponible sur leur site (<http://www.ecologie.gouv.fr/>), juin 2006

Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, Direction de la prévention et des risques, Base de données sur les sols pollués BASOL, disponible sur le <http://basol.environnement.gouv.fr/>

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, *Int J Environ Health Res*, 10:63-74, 2000

Mukerjee A, Deacon D, Report on complaints of ill health perceived to be due to exposure to Nant-y-Gwyddon landfill site, Bro Taf Health authority, Cardiff, 1999

Najem GR, Strunck T, Feurman M, Health effects of a superfund hazardous chemical waste disposal site, *Am J Prev Med*, 10:151-5, 1994

Nédellec , Mosqueron L, Recensement des agents émis lors des déversements d'ordures ménagères en situation professionnelle et identification des dangers par inhalation, *Environ Risque Santé*, 1 :164-177, 2002

Nersting L, Malmros P, Sigsgaard T, Petersen C, Biological health risk associated with resource recovery, sorting and recycle waste and composting, Grana, 30:454-7, 1991

Office of national statistics, Total domestic and industrial waste arising in the UK, disponible sous le lien <http://www.statistics.gov.uk>, 2003

ORAMIP, Mesures de qualité de l'air autour de l'incinérateur du Mirail à Toulouse, suivi des particules en suspension, des métaux, des retombées totales et des dioxines et furannes, rapport d'étude, 2003

ORDIF, Le compostage en Ile-de-France : état des lieux, perspectives de développement et débouchés, 2000

ORDIF, Quelle place pour la méthanisation des déchets organiques en Ile de France ?, 2003

ORDIF, La gestion des déchets ménagers et assimilés d'Ile de France : les chiffres clés, 2004

ORDIF, Etat des connaissances concernant la gestion des déchets industriels banals en Ile de France, 2004

ORDIF, Atlas des installations de traitement ouvertes aux déchets ménagers et assimilés franciliens, 2006

ORS Ile-de-France, Eléments bibliographiques et faisabilité d'une enquête épidémiologique sur les effets du bruit en Ile-de-France, 2003

ORS Ile-de-France et IAURIF, L'incinération des déchets en Ile-de-France : considérations environnementales et sanitaires, 2005

ORS Ile-de-France et IAURIF, Le compostage en Ile-de-France : existe-t-il un risque sanitaire pour les Franciliens ? , Note rapide sur l'environnement n°404, 2006-10-18

ORS Ile-de-France et IAURIF, Les décharges d'Ile-de-France : impacts sanitaires et environnementaux, Note rapide sur l'environnement n°404, 2006-10-18

ORS Poitou-Charentes, Synthèse bibliographique des connaissances sur les risques liés au traitement des ordures ménagères pour les professionnels et les populations riveraines, 2001

Ozonoff D, Golten ME, Cupples A, Heeren T, Schatzin A, Mangione T, Dresner M, Colton T, Health problems reported by residents of neighbourhood contaminated by a hazardous waste facility, *Am J Ind Med*, 11:581-97, 1987

Paigen B, Goldman LR, Highland JH, Magnant MM, Steegman AT, Prevalence of health problems in children living near the hazardous waste site, Love Canal, *Hum Biol*, 59:489-508, 1987

Paris Ecologie avec l'ORDIF, Le compost : collecte et traitement des déchets verts, disponible sous le lien : <http://www.parisecologie.com/Nospages/Espacecitoyen/Dechets/CompostOrdif.htm>, 2006

Pfarrmann A, Vanden Bossche G, Occurrence and isolation of human enteroviruses from the air of waste removal and disposal plant, *Zentralbl Hyg Umweltmed*, 196:38-51, 1994

Pirard C, Eppe G, Massart AC, Fierens S, De Paw E, Focand JF, Environmental and human impact of an old-timer incinerator in terms of dioxin and PCB levels : a case study, *Environ Sci Tech*, 39:4721-8, 2005

Plumail D pour BIOMASSE NORMANDIE, La valorisation du digestat, Communication dans le cadre des premiers états généraux de la méthanisation du 8 décembre 2005

Poulsen O, Breum NO, Ebbehøj N, Hansen AM, Ivens UI, Van Lelieveld D, Malmros P, Mathiasen L, Nielsen EM, Schibye B, Skov T, Stenbaek EI, Wilkins KC, Collection of domestic waste : review of occupational health problems and their possible causes, *Sci Tot Environ*, 170:1-19, 1995

Poulsen O, Breum NO, Ebbehøj N, Hansen AM, Ivens UI, Van Lelieveld D, Malmros P, Mathiasen L, Nielsen EM, Schibye B, Skov T, Stenbaek EI, Wilkins KC, Sorting and recycling domestic waste : review of occupational health problems and their possible causes, *Sci Tot Environ*, 168:33-56, 1995

Préfecture d'Ile-de-France, Plan régional d'élimination des déchets d'activités de soins en Ile-de-France disponible sur le site de la DRASS Ile-de-France (<http://www.ile-de-france.sante.gouv.fr/>)

Préfecture d'Ile-de-France, Plan régional d'élimination des déchets industriels spéciaux en Ile-de-France disponible sur le site de la DRIRE Ile-de-France (<http://www.ile-de-france.drire.gouv.fr/>), 1996

Rahkonen P, Airborne contaminants of waste treatment plants, Waste Manag Res, 10 :411-21, 1992

RECORD, Les polluants et les techniques d'épuration des fumées : cas des unités de destruction thermique des déchets, Edition Lavoisier Paris, 1998

RECORD, Etat des connaissances sur les micro-organismes dans la filière déchets, Rapport final, 2003

RECORD, Typologie des enjeux environnementaux et usage des différentes méthodes d'évaluation environnementale notamment dans le domaine des déchets et des installations industrielles, Rapport final, 2005

Redfearn A, Dockerty JC, Robert RD, Can landfills be good neighbours ? , IWM scientific and technical review, 2000

Reif JS, Tsongas TA, Anger WK, Mitchell J, Metzger L, Keefe TJ et al., Two-stage evaluation of exposure to mercury and biomarkers of neurotoxicity at a hazardous waste site, J Tox Environ Health, 40:413-422, 1993

Reinthal FF, Haas D et al, Comparative investigations of airborne cultural microorganisms in selected waste treatment facilities and in neighbouring residential areas, Zentralbl Hyg Umweltmed, 202:1-17, 1999

Réseau Santé Déchets, Etude des polluants atmosphériques émis dans deux centres de stockage des ordures ménagères, Rapport final, 2000

Richardson G, Sarcoidosis and Nant-y-Gwyddon landfill site, Bro Taf Health Authority, Cardiff, 1999

Rydhastroem H, No obvious spatial clustering of twin births in Sweden between 1973 and 1990, Environ Res, 76:27-31, 1998

Schuhmacher M, Domingo JL, Hagberg J, Lindstrom G, PCDD/F and non-ortho PCB concentrations in adipose tissue of individuals living in the vicinity of a hazardous waste incinerator, Chem, 57:357-64, 2004

SFSP, L'incinération des déchets et la santé publique : bilan des connaissances récentes et évaluation des risques, Collection Santé et Société, Paris, 1999

Sigsgaard T, Bach B, Malmros P, Respiratory impairment among workers in a garbage handling plant, *Am J Ind Med*, 17:92-3, 1990

Sigsgaard T, Organic dust and respiratory symptoms in selected industrial environments, Rapport n°5, Institut for Epidemilogic and Socialmedizin, 1993

Sigsgaard T, Abel A et al, Lung function changes among recycling workers exposed to organic dust, *Am J Ind Med*, 25:69-72, 1994

Sigsgaard T, Bach B, Malmros P, Biomonitoring and work related symptoms among garbage handling workers, *Ann Agric Environ Med*, 4:107-12, 1997

Shy CM, Degnan D, Fox DL, Mukerjee S, Hazucha MJ, Boehlecke BA, Rptenbacher D, Briggs PM, Devlin RB, Wallace DD, Stevens RK, Bromberg PA, Do waste incinerators induce adverse respiratory effects ? , n air quality and epidemiological study for six communities, *Environ Health Persp*, 103:714-24, 1995

SPI Vallée-de-Seine, Les résultats de l'enquête sur les préoccupations environnementales en Vallée-de-Seine, Lettre du SPI n°26, 2006

Staessen J A, Nawrot T, Hond E D, Thijs L, Fagard R, Hoppenbrouwers K, Koppen G, Nelen V, Schoeters G, Vanderschueren D, Van Ecke E, Verschaeve L, Vlietinck R et Roels H A, Renal function, cytogenic measurement and sexual development in adolescents in relation to environmental pollutants : a feasibility study of biomarkers, *Lancet*, 357:1660-9, 2001

Stern AH, Freeman NCG, Pleban P, Boesch RR, Wainman T, Howell T et al, Residential exposure to chromium waste - urine biological monitoring in conjunction with environmental exposure monitoring, *Environ Res*, 58:147-162, 1992

Stern AH, Fagliano JA, Savrin JE, Freeman NCG, Lioy PJ, The association of chromium in household dust with urinary chromium in residences adjacent to chromate production waste sites, *Environ Health Perspect*, 106:833-839, 1998

Streib R, Botzenhart K, Drysch K, Retenmeier AW, Dust and microorganisms count at delivery, sorting and composting of home refuse and home refuse-like industrial waste, Zentralbl Hyg Umweltmed, 198 :531-51, 1996

Ten Tusscher GW, Stam GA and Koppe JG, Open chemical combustions resulting in a local increased incidence of orofacial clefts, Chemosphere, 40:1263-70, 2000

TIRU, Le centre de tri et déchetterie d'Ivry-sur-Seine, Dossier d'information du public, 2004

Thouze-Foltz N, Modélisation des transferts advectifs dans les étanchéités composites de centres de stockage de déchets, Rapport de thèse au CEMAGREF d'Antony, 2001

Union des municipalités du Québec, Guide sur la collecte et le compostage des matières organiques du secteur municipal, 2006

Van Tongeren M, Van Amelsvoort L, Heederik D, Exposure to organic dusts, endotoxins and microorganisms in the municipal waste industry, Int J Occup Environ Health, 3:30-6, 1997

Viel JF, Arveux P, Baverel J, Cahn JY, Soft tissue sarcoma and non-Hodgkin's lymphoma clusters around a municipal waste incinerator with high level of dioxin emission levels, Am J Epidemiol, 152:13-9, 2000

Vrijheid M, Dolk H, Armstrong B, Abramshy L, Bianchi F, Fazarinc I, Garne E, Ide R, Nelen V, Robert E, Scott JES, Stone D, Tenconi R, Chromosomal congenital anomalies and residence near hazardous waste landfill sites, Lancet, 359:322-22, 2002

Wheeler PA, Stewart I, Dumitrean P, Donovan B, Health effects of composting, R&D Technical Report P1-315/TR, Environment Agency, Bristol, UK, 2001

White RF, Feldman RG, Eviator II, Jabre JF, Niles CA, Hazardous waste and neurobehavioral effects : a developmental perspective. Environ Res, 73:113-124, 1997

Williams FL, Lawson AB, Lloyd OL, Low sex ratio of births in areas at risk from air pollution from incinerators, as shown by geographical analysis and 3-dimensional mapping, Int J Epidemiol, 21:311-9, 1992

Williams A, Jalaludin B, Cancer incidence and mortality around a hazardous waste depot, Aust NZ J Pub Health, 22:324-346, 1998

Würst H, Breum NO, Exposure to microorganisms during manual sorting of recyclable paper of different quality, Ann Agric Environ Med, 4:129-35,1997

Zmirou D, Parent B, Potelon JL, Etude épidémiologique des effets sur la santé des rejets atmosphériques d'une usine d'incinération de déchets industriels et ménagers, Rev Epid Sant Pub, 32 :391-7, 1984

Zmirou D, Deloraine A, Saviuc P, Tillier C, Boucharlat A, Maury N, Short-term health effects of an industrial toxic waste landfill : a retrospective follow-up study in Montchanin, France, Arch Environ Health, 49, 228-38,1994

Zuskin E, Mustajbegovic J, Schachter EN, Kern J, Pavicic D, Pudak , Airway function and respiratory symptoms insanitation workers, J Occup Environ Med, 38:522-7, 1996

ANNEXE 1- Organismes institutionnels possédant des missions en matière d'environnement

ADEME

L'ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie) créée en 1990 est actuellement réglementée par le décret n° 91-732 du 26 juillet 1991 modifié notamment par le décret n°2000-161 du 23 février 2000.

Il s'agit d'un établissement de d' Etat à caractère industriel et commercial qui exerce des actions, notamment d'orientation et d'animation de la recherche, de prestation de services, d'information et d'incitation dans chacun des domaines suivants :

- La prévention et la lutte contre la pollution de l'air, la limitation de la production de déchets, leur élimination, leur récupération et leur valorisation et la prévention de la pollution des sols ;
- La réalisation d'économies d'énergie et de matières premières et le développement des énergies renouvelables, notamment d'origine végétale ;
- Le développement des techniques propres et économes ;
- La lutte contre les nuisances sonores.

L'agence coordonne ses actions avec celles menées par les agences financières de bassin dans des domaines d'intérêt commun. Pour accomplir ses missions, l'agence dispose d'une délégation dans chaque région.

Site national : <http://www2.ademe.fr/>

Site régional : <http://ile-de-france.ademe.fr/>

Les agence de l'Eau

Etablissements publics d' Etat à caractère administratif, les Agences de l'Eau (nom courant des Agences Financières de Bassin), créées par la loi du 16 Décembre 1964 relative à la lutte conte la pollution des eaux et à la protection des ressources en eau, apportent des aides financières aux maîtres d'ouvrages (collectivités, industriels, agriculteurs) qui réalisent et/ou exploitent des ouvrages relative à la lutte contre la pollution (stations de traitement, installations de prétraitement, etc..) ou destinés à économiser ou protéger les ressources.

Le territoire national est divisé en 6 grands bassins hydrographiques, chacun d'entre eux "portant" deux Organismes de Bassin : un Comité de Bassin, instance de concertation entre élus, industriels associations et administration, qui définit la politique de l'eau dans le bassin et une Agence Financière de Bassin (appelée aujourd'hui "Agence de l'Eau"), chargée de mettre en œuvre la politique arrêtée par le Comité de Bassin.

Site national : <http://www.lesagencesdeleau.fr/>

Site régional : <http://www.eau-seine-normandie.fr/>

Les DRASS et DASS

Sous l'autorité des Préfets de région et de département, les DRASS (directions régionales des affaires sanitaires et sociales) et les DDASS (directions départementales des affaires sanitaires et sociales) assurent la mise en oeuvre des politiques nationales, la définition et l'animation des actions régionales et départementales dans le domaine sanitaire, social et médico-social. Leurs missions et attributions relèvent des dispositions du décret n° 94-1046 du 6 décembre 1994.

Les services déconcentrés de l'administration sanitaire et sociale de l'Etat sont répartis en 22 directions régionales métropolitaines et 102 directions départementales selon l'importance des départements. Les services des départements d'outre-mer ont une organisation spécifique.

Les missions des DRASS et DDASS s'articulent autour de trois pôles essentiels :

- La santé publique : la politique régionale de santé, la participation à la politique hospitalière en concertation avec l'agence régionale de l'hospitalisation, la sécurité sanitaire ;
- La cohésion sociale et le développement social par l'animation des différents dispositifs d'insertion et d'intégration ;
- La protection sociale par le contrôle des organismes de sécurité sociale et l'évaluation des résultats des contrats d'objectifs et de gestion négociés au niveau national.

Site régional : <http://ile-de-france.sante.gouv.fr/>

Les DIREN

Créées en 1992, les DIREN, Directions Régionales de l'Environnement sont des services déconcentrés du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement dont l'action première est d'agir afin que le développement économique et social permette la transmission d'un patrimoine de qualité aux générations futures.

Elles ont pour rôle de protéger la nature et les paysages, de maîtriser la gestion de l'eau et des milieux aquatiques (suivi des ressources afin d'en préserver la qualité), de connaître et comprendre l'environnement (études scientifiques pour dresser des inventaires, études des sites, des paysages, des patrimoines, ...), de concilier aménagement et environnement, de valoriser l'architecture et le patrimoine bâti.

Site régional : <http://www.ile-de-france.ecologie.gouv.fr/>

Les DRIRE

Dans le domaine de la protection de l'environnement, l'activité des Directions Régionales de l'Industrie et de l'Environnement (DRIRE), s'exerce pour le compte du Ministère de l'économie, des finances et de l'industrie et du Ministère de l'écologie et du développement durable, sous l'autorité des préfets de département. Les DRIRE ont pour mission

- de contrôler les activités industrielles susceptibles d'avoir un impact sur l'environnement, en application de la réglementation sur les installations classées pour la protection de l'environnement ;
- la coordination, au niveau régional, de l'inspection des installations classées pour la protection de l'environnement.

Leur action s'exerce dans les trois domaines principaux de l'environnement industriel : la prévention des risques technologiques majeurs, la réduction des pollutions et des nuisances, le contrôle et l'élimination des déchets. Dans leurs domaines de compétences, les DRIRE sont également chargées d'un rôle d'animation des acteurs de l'environnement : associations de surveillance de la qualité de l'air (39 réseaux), secrétariats permanents pour la prévention des pollutions industrielles (11 SPPPI), commissions locales d'information et de surveillance (plus de 300).

Site national : <http://www.drivre.gouv.fr/> **Site régional :** <http://www.drivre-ile-de-france.fr/>

L'IFEN

L'institut français de l'environnement a été créé par le décret n° 91-1177 du 18 novembre 1991. Il s'agit d'un établissement public à caractère administratif placé sous la tutelle du ministère chargé de l'écologie et du développement durable et est le correspondant de l'agence européenne de l'environnement.

L'IFEN anime et coordonne la collecte, le traitement et la diffusion de l'information statistique et des données sur l'ensemble des thèmes environnementaux, en particulier dans le domaine de l'eau, l'air, le bruit, les déchets, l'état de la faune et de la flore, l'occupation du territoire, l'environnement littoral et marin. Il participe à la définition et à l'harmonisation des méthodologies utilisées pour la collecte des données sur l'environnement, à des fins de connaissance statistique, et réalise des études et des synthèses, élabore des indicateurs sur l'état de l'environnement, les dimensions économiques et sociales dans ce domaine.

Site : <http://www.ifen.org/>

INERIS

L'Institut national de l'environnement et des risques a pour mission d'évaluer et de prévenir les risques accidentels ou chroniques pour l'homme et l'environnement liés aux installations industrielles, aux substances chimiques et aux exploitations souterraines.

Créé en 1990, l'INERIS est un établissement public à caractère industriel et commercial, placé sous la tutelle du Ministère de l'Ecologie et du développement durable. L'INERIS est un Institut pluridisciplinaire qui effectue des activités de recherche et d'expertise à la demande des Pouvoirs Publics et des industriels.

Site : <http://ineris.fr/>

L'InVS

Créé par la loi du 1^{er} juillet 1998 relative au renforcement de la veille sanitaire et du contrôle de la sécurité sanitaire des produits destinés à l'homme, l'InVS est placé sous la tutelle du ministre de la Santé et des Solidarités. Ses missions :

- Détecter toute menace pour la santé publique, d'en alerter les pouvoirs publics et de leur recommander toutes les mesures de maîtrise et de prévention de ces menaces ;
- Rassembler, expertiser et valoriser les connaissances sur les risques sanitaires, leurs causes et leur évolution ;
- Réaliser ou appuyer toute action (enquête, étude, expertise...) susceptibles de contribuer aux missions de veille sanitaire.

L'action de l'InVS repose sur la mise en œuvre et la coordination d'activités de surveillance et d'investigation épidémiologiques, d'évaluation quantitative de risques et d'expertise. La mission de l'InVS est relayée grâce aux 16 Cellules interrégionales d'épidémiologie (CIRE). Placées sous la responsabilité scientifique de l'InVS et installées au sein des Directions régionales des affaires sanitaires et sociales (DRASS), les CIRE constituent les premiers éléments d'une organisation régionale de la veille sanitaire assurant un relais local à l'action de l'InVS. Elles interviennent en cas de menace ou d'urgence pour la santé et mènent des investigations d'épidémies et des évaluations des risques sanitaires lors de pollutions industrielles chroniques ou de phénomènes naturels. Elles coordonnent leur action avec les acteurs locaux de la veille sanitaire.

Site : <http://www.invs.sante.fr/>

E-mail CIRE Ile-de-France : dr75-cire-idf@sante.gouv.fr

Le Ministère de l'écologie et du développement durable

Le ministre de l'écologie et du développement durable prépare et met en œuvre la politique du Gouvernement dans les domaines de l'aménagement du territoire et de l'environnement.

Au titre de la politique de l'environnement, il veille à la qualité de l'environnement, à la protection de la nature et à la prévention, la réduction ou la suppression des pollutions et des nuisances. Parmi ces directions :

La direction de la prévention des pollutions et des risques industriels

Sa mission :

- définir et coordonner des politiques de dépollution des sols et de protection de l'atmosphère et de lutte contre le bruit ;
- Prévenir les risques majeurs ;
- Permettre le développement de la valorisation et l'élimination des déchets ;
- Evaluer et prévenir les risques créés par les produits.

La Direction des Etudes Economiques et de l'Evaluation Environnementale

Cette nouvelle direction s'inscrit dans le contexte marqué par l'attention croissante de l'opinion publique face aux politiques d'environnement. *Sa mission :*

- Procéder à l'évaluation et au développement de l'ensemble des instruments de régulation économique de l'environnement notamment dans le contexte international ;
- Assurer la prise en compte de l'environnement dans l'ensemble des décisions publiques ;
- Assurer le pilotage et la valorisation des programmes de recherche ;
- Mettre en œuvre le principe de précaution, notamment en matière de sécurité environnementale et dans le domaine environnement/santé.

La direction de l'eau.

Sa mission:

- Connaître, protéger et gérer la gestion du milieu aquatique et des éco-systèmes fluviaux ;
- Protéger et gérer les eaux ;
- Programmer et coordonner les interactions de l'Etat dans le domaine de l'eau, de la pêche et des milieux aquatiques.

Site : <http://www.ecologie.gouv.fr/>

**ANNEXE 2- Déchets dangereux : Propriétés selon l'annexe 1 du décret n° 2002-540 du 18 avril
2002 relatif à la classification des déchets**

Catégorie	Propriétés	Déchet
H1	Explosif	Substances et préparations pouvant exploser sous l'effet de la flamme ou qui sont plus sensibles aux chocs ou aux frottements que le dinitrobenzène
H2	Comburant	Substances et préparations qui, au contact d'autres substances, notamment de substances inflammables, présentent une réaction fortement exothermique
H3A	Facilement inflammable	Substances et préparations :
		- à l'état liquide (y compris les liquides extrêmement inflammables), dont le point éclair est inférieur à 21°C, pouvant s'échauffer au point de s'enflammer à l'air à température ambiante sans apport d'énergie,
		- à l'état solide, qui peuvent s'enflammer facilement par une brève action d'une source d'inflammation et qui continuent à brûler ou à se consumer après l'éloignement de la source d'inflammation,
		- à l'état gazeux, qui sont inflammables à l'air à une pression normale ou qui, au contact de l'eau ou de l'air humide, produisent des gaz facilement inflammables en quantité dangereuse
H3B	Inflammable	Substances et préparations liquides, dont le point éclair est égal ou supérieur à 21°C et inférieur ou égal à 55°C
H4	Irritant	Substances et préparations non corrosives qui, par contact immédiat, prolongé ou répété avec la peau et les muqueuses, peuvent provoquer une réaction inflammatoire
H5	Nocif	Substances et préparations qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée, peuvent entraîner des risques de gravité limitée
H6	Toxique	Substances et préparations (y compris les substances et préparations très toxiques) qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée, peuvent entraîner des risques graves, aigus ou chroniques, voire la mort
H7	Cancérogène	Substances et préparation qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée, peuvent produire le cancer ou en augmenter la fréquence
H8	Corrosif	Substances et préparations qui, en contact avec des tissus vivants, peuvent exercer une action destructrice sur ces derniers
H9	Infectieux	Matières contenant des micro-organismes viables ou leurs toxines, dont on sait ou dont on a de bonnes raisons de croire qu'ils causent la maladie chez l'homme ou chez d'autres organismes vivants
H10	Toxique pour la reproduction	Substances et préparations qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée, peuvent produire ou augmenter la fréquence d'effets indésirables non héréditaires dans la progénitures ou porter atteinte aux fonctions ou capacités reproductives
H11	Mutagène	Substances et préparations qui par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée, peuvent produire des défauts génétiques héréditaires ou en augmenter la fréquence
H12	-	Substances et préparations qui, au contact de l'eau, de l'air ou d'un acide, dégagent un gaz toxique ou très toxique
H13	-	Substances et préparations susceptibles, après élimination, de donner naissance, par quelque moyen que ce soit, à une autre substance, par exemple un produit de lixiviation, qui possède l'une des caractéristiques énumérées ci-avant
H14	Ecotoxique	Substances et préparations qui présentent ou peuvent présenter des risques immédiats ou différés pour une ou plusieurs composantes de l'environnement

ANNEXE 3- LES ACTEURS PRIVES : Eco-organismes

Nom	Missions
ADELPHE	Société agréée par les pouvoirs publics Au 1 ^{er} avril 1992 les entreprises peuvent passer contrat avec un organisme agréé pour l'assumer en leur nom. Au départ, concernant les producteurs de vins et spiritueux, le champ d'ADELPHE s'est étendu à tous les acteurs d'activité et à tous les matériaux d'emballages (acier, aluminium, carton, plastique, verre)
ADIVALOR	<u>Déchets</u> : produits phytosanitaires non utilisés (PPNU), emballages vides de produits phytosanitaires (EVPP) <u>Prestation</u> : ADIVALOR assure la maîtrise d'œuvre de la partie transport et élimination <u>Financement</u> : Il repose sur les sociétés phytosanitaires celles-ci versent une contribution à la société COVADA actionnaire d'ADIVALOR, les distributeurs, les coopératives et négociants agricoles, les organisations professionnelles, les collectivités et administrations.
ALIAPUR	<u>Déchets</u> : Pneus usagés non réutilisables <u>Prestation</u> : Prise en charge des obligations réglementaires de ses mandants c'est-à-dire mise en place d'un réseau de points de collecte, traitement par prestataires agréés par l'organisme. de développer de nouvelles voies de valorisation De rendre compte aux pouvoirs publics de l'exécution des obligations de ses adhérents De communiquer régulièrement les résultats de la filière comparés aux mises sur le marché des adhérents. <u>Financement</u> : Ce sont des contributions environnementales par les producteurs et importateurs adhérents au prorata des pneumatiques neufs mis sur le marché. Actuellement il y a 7 fabricants de pneumatiques : Bridgestone, Firestone, Continental, Dunlop, Goodyear, Michelin, Kleber, Pirelli.
CONIBI	A la demande du client CONIBI assure la collecte, le transport, le tri et la valorisation de l'ensemble des consommables de produits bureautiques et informatiques des marques suivantes : CANON France, EPSON, HP, LEXMARK, KONICA, MINOLTA, NRG, OCE France, RICOH, SHARP, TOSHIBA, XEROX France
CYCLAMED	<u>Déchets</u> : Déchets issus de médicaments <u>Prestation</u> : Prendre en charge les obligations réglementaires de ses mandants, mise en place d'un réseau de points de collecte et traitement par des prestataires agréés <u>Financement</u> : Contribution versée par les laboratoires au prorata de leur chiffre d'affaire.
ECO-EMBALLAGES	Société privée agréée par les pouvoirs publics depuis 1992, ECO-EMBALLAGES est investie d'une mission d'intérêt général : valoriser 75 % des emballages ménagers d'ici à 2002. Grâce aux contributions financières des entreprises adhérentes, ECO-EMBALLAGES participe financièrement et techniquement à la mise en place et au développement de la collecte sélective et du tri des déchets d'emballages ménagers dans les collectivités locales.
ECOFUT	<u>Déchets</u> : Emballages industriels et commerciaux en matière plastique PP et PEHD (bidons, fûts, conteneurs, seaux et big bags) <u>Prestation</u> : Mise en relation de détenteurs finaux des emballages avec des opérateurs agréés par ECOFUT pour leur valorisation et leur recyclage <u>Financement</u> : Les détenteurs finaux ce sont des ménages ainsi que des industriels.

Nom	Missions
ECO PSE	<p><u>Déchets</u> : Ce sont les emballages de protection en polystyrène expansé</p> <p><u>Prestation</u> : Mise en relation des détenteurs finaux des emballages avec des opérateurs agréés par ECO PSE pour leur valorisation ou leur recyclage, centre de documentation et d'information technique ou réglementaire sur l'emballage PSE ou sa fin de vie.</p> <p><u>Financement</u> : Ce sont des détenteurs finaux (si ceux-ci sont susceptibles d'être des ménages, le producteur doit s'acquitter du point vert)</p>
FEDEREC	FEDEREC, la Fédération des Professions du Recyclage, fut créée en 1945. Elle regroupe 22 Syndicats : 8 Syndicats Régionaux et 14 Syndicats Nationaux par branche d'activité. Ceux-ci regroupent 1 100 entreprises adhérentes.
FNADE	<p>8 syndicats représentent cette fédération.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Syndicat national des activités de déchets (SNAD) - Syndicat national de traitement et de valorisation des déchets urbains et assimilés (SVDU) - Chambre syndicale nationale de fabricants de matériels et nettoyage, de collecte et de traitement de déchets (FAMAD) - Union professionnelle des entreprises de dépollution de sites (UPDS) - Syndicat de professionnels de recyclage en agriculture (SYPREA) - Groupement national des PME du déchet et de l'environnement. (GPMED) - Syndicat pour la valorisation et l'élimination des déchets (SYVED)
RECYFILM	<p><u>Déchets</u> : Emballages industriels et commerciaux en film plastique</p> <p><u>Prestation</u> : Mise en relation de détenteurs d'emballages usagés en film plastique avec des récupérateurs ou des régénérateurs et/ou des recycleurs susceptibles de traiter ces films</p> <p><u>Financement</u> : Détenteurs finaux</p>
SCRELEC	<p><u>Déchets</u> : piles et accumulateurs portables usagés. Il y a également des déchets équipements électriques et électroniques (DEEE)</p> <p>Les adhérents sont des producteurs, importateurs ou distributeurs sous leur marque de piles et accumulateurs et des organisations professionnelles.</p> <p>Les contributions environnementales sont versées par les producteurs et importateurs adhérents au prorata des piles et accumulateurs neufs mis sur le marché</p>
VALORPLAST	<p><u>Déchets concernés</u> : Déchets d'emballages ménagers en plastique.</p> <p><u>Prestation</u> : Engagement de la reprise en vue de la valorisation des emballages ménagers en plastique des collectivités sous contrat ADELPHE ou ECO EMBALLAGES.</p>

Source :

Association PRORECYCLAGE disponible sous le lien http://www.prorecyclage.com/concepts_generaux/acteurs/eco-organismes.html/

ANNEXE 4- Micro-organismes retrouvés dans les ordures ménagères et les boues

Espèce	Genre	Espèce	Genre
Bactéries	<i>Bacillus anthracis, B. cereus</i>	Champignons	<i>Aspergillus fumigatus</i>
	<i>Bordetella pertussis</i>		<i>Blastomyces dermatidis</i>
	<i>Borrelia burgdorferi, B. duttonii, B. recurrentis</i>		<i>Candida albicans, C. guilliermondii, C. krusei,</i>
	<i>Brucella abortus, B. melitensis, B. spp.</i>		<i>Clasdosporium spp.</i>
	<i>Campylobacter jejuni C. perfringens</i>		<i>Coccidioides immitis</i>
	<i>Chlamydia psittaci</i>		<i>Cryptococcus neoformans</i>
	<i>Citobacter spp.</i>		<i>Epidermophyton spp., E. floccosum</i>
	<i>Clostridium botulinum, C. tetani</i>		<i>Geotrichum candidum</i>
	<i>Corynebacterium spp, C. pyrogenes</i>		<i>Histoplasma capsulatum</i>
	<i>Enterobacter agglomerans</i>		<i>Microsporium spp.</i>
	<i>Erysipelothrix rhusiopathiae</i>		<i>Phialophora richardsii</i>
	<i>Escherichia coli</i>		<i>Sporothrix spp., S. shenckii</i>
	<i>Francisella tularensis</i>		<i>Trichosporon cutaneum, T. spp., T. verrucosum, T. mentagrophytes, T. rubrum</i>
	<i>Klebsiella spp., K. pneumoniae, K. ozaenae, K. rhinoscleramatia</i>		
	<i>Legionella pneumophila</i>	Helminthes	Ankylostoma duodenale
	<i>Leptospira icterohaemorrhagiae, L. interrogans</i>		Ascaris lumbricoides
	<i>Listeria monocytogenes, L. spp.</i>		Echinococcus granulosus
	<i>Mycobacterium bovis, M. kansasii, M. tuberculosis, M. xenopi</i>		Enterobium vermicularis
	<i>Neisseria meningitidis, N. pharyngis</i>		Hymenolepsis nana lumbricoides
	<i>Nocardia spp.</i>		Necator americanus
	<i>Pasteurella pseudotuberculosis</i>		Strongyloides stercoralis
	<i>Proteus spp.</i>		Taenia solium, T. spp., T. saginata
	<i>Providencia spp.</i>		Toxocara cat, T. canis, T. spp.
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>		Trichuris trichura
	<i>Salmonella spp.</i>		
	<i>Serratia spp.</i>	Virus	Enterovirus
	<i>Shigella spp.</i>		Poliovirus
	<i>Staphylococcus aureus</i>		Coxsachivirus
	<i>Streptococcus spp., S. pneumoniae, S. pyrogenes</i>		Echovirus
	<i>Streptobacillus moniliformis</i>		Mixivirus
	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>		Adenovirus
	<i>vibrio cholerae</i>		Astrovirus
	<i>Yersinia enterocolica</i>		Calicivirus
	<i>Yersinia spp.</i>		Coronavirus
			Parvovirus
Protozoaires	<i>Acanthamoeba</i>		Réovirus
	<i>Balantidium coli</i>		Rotavirus
	<i>Cryptosporidium parvum</i>		Norwalkvirus
	<i>Diantamoeba fragilis</i>		Hépatite A virus
	<i>Entamoeba histolytica</i>		Hépatite B virus
	<i>Giarda intestinalis</i>		Hépatite C virus
	<i>Isospora belli</i>		Hépatite E virus
	<i>Naegleria fowleri</i>		Poliovirus
	<i>Sarcocystis spp.</i>		HIV
	<i>Toxoplasma gondii</i>		

Source : [Desportes, 1995 – Schwartzbrod, 1998 – Nédellec, 2002]

ANNEXE 5a- Traceurs de risques sanitaires, effets sanitaires

Composé	Voie	Effets cancérogènes		Effets non cancérogène
		Classe CIRC/EPA	Organe cible	
1,2 dichloroéthane	<u>inhalation</u>	2B/B2	hémangiosarcomes	hépatiques
Acétaldéhyde	<u>inhalation</u>	2B/B2	voies nasales	déficiences visuelle, neurologique
Arsenic	<u>ingestion</u>	1/A	peau	hyperpigmentation
	<u>inhalation</u>	1/A	poumons	-
Benzène	<u>inhalation</u>	1/A	sang	Diminution des lymphocytes
	<u>ingestion</u>	1/A	leucémie	-
Benzo(a)pyrène	<u>ingestion</u>	-	système digestif	-
	<u>inhalation</u>	2A/B2	poumons	-
Cadmium	<u>inhalation</u>	1/B1	voies respiratoires	rénal
	<u>ingestion</u>	-	-	rénal
Chlorure de vinyle	<u>ingestion</u>	1/A	foie	foie
	<u>inhalation</u>	1/A	foie	-
Chrome^{VI}	<u>inhalation</u>	1/A	poumons	voies respiratoires
Chrome^{III}	<u>ingestion</u>	-	-	rénal par analogie avec la voie respiratoire
	<u>inhalation</u>	-	-	rénal
Dioxyde de soufre	<u>inhalation</u>			respiratoire
Dioxines	<u>ingestion</u>	B2	multi-sites	développement multiples
Manganèse	<u>ingestion</u>	-	-	neurologique
Mercur	<u>inhalation</u>	-	-	rénal
Naphtalène	<u>ingestion</u>	-	-	-
	<u>inhalation</u>	-	-	voies respiratoires
Nickel	<u>ingestion</u>	-	-	diminution du poids
	<u>inhalation</u>	2B/A	poumons	respiratoire
Plomb	<u>inhalation</u>	2A/B2	rein	neurologique, hématologique
	<u>ingestion</u>	-	-	neurologique, hématologique
Poussières	<u>ingestion</u>	-	-	lié à la nature des particules
	<u>inhalation</u>	-	-	voies respiratoires
Sulfure d'hydrogène	<u>ingestion</u>	-	-	digestif
	<u>inhalation</u>	-	-	irritations nasales
Tétrachloroéthylène	<u>ingestion</u>	-	système digestif	foie
	<u>inhalation</u>	2A/B-C	hépatique, sang, foie	rénal, neurologique
Trichloroéthylène	<u>ingestion</u>	-	-	foie
	<u>inhalation</u>	2A/B-C	testicules	SNC, voie, rein, foie
NO_x	<u>inhalation</u>			respiratoire

Classement	CIRC	US-EPA
Cancérogène chez l'homme	1 : agent ou mélange cancérogène pour l'homme	A : preuves suffisantes chez l'homme B1 : preuves limitées chez l'homme
Cancérogène probable chez l'homme	2A : preuves limitées chez l'homme et suffisante chez l'animal	B2 : preuves non adéquates chez l'homme et preuves suffisantes chez l'animal
Cancérogène possible chez l'homme	2B : preuves limitées chez l'homme et absence de preuves suffisantes chez l'animal	C : Preuves inadéquates chez l'homme et preuves limitées chez l'animal
Inclassable	3 : preuves insuffisantes chez l'homme ou insuffisantes et limitées chez l'animal	D : preuves insuffisantes chez l'homme et l'animal
Probablement non cancérogène chez l'homme	4 : Indications d'absence de cancérogénicité chez l'homme et chez l'animal	E : Indications d'absence de cancérogénicité chez l'homme et chez l'animal

ANNEXE 5b- Traceurs de risques sanitaires, Valeurs toxicologiques de références

		Effets sans seuil	Effets avec seuil
2,3,7,8 TCDD	<u>Inhalation</u>	38 (mg/m ³) ⁻¹ [OEHHA 2003]	PCDD/F : 4,5.10 ⁻⁵ mg _{TEQ} /m ³ [RIVM 2003]
	<u>Ingestion</u>	1,3.10 ⁻⁵ (mg/kg/j) ⁻¹ [OEHHA 2003]	1.10 ⁻⁶ mg/kg/j [ATSDR 1998] PCDD/F : 1 à 4.10 ⁻⁶ mg _{TEQ} /kg/j [OMS 200]
1,2 dichloroéthane	<u>Inhalation</u>	2,6.10 ⁻⁵ (mg/m ³) ⁻¹ [US-EPA 1993]	2,5 mg/m ³ [ATSDR 2001]
	<u>Ingestion</u>	9,1.10 ⁻² (mg/kg/j) ⁻¹ [US-EPA 1991]	0,2 mg/kg/j (subchronique) [US-EPA 1991]
1,1,2 trichloroéthane	<u>Inhalation</u>	1,6.10 ⁻² (mg/m ³) ⁻¹ [US-EPA 1994]	ND
	<u>Ingestion</u>	5,7.10 ⁻² [US-EPA 1994]	4.10 ⁻³ [US-EPA]
Acétaldéhyde	<u>Inhalation</u>	2,2.10 ⁻⁶ (mg/m ³) ⁻¹ [US-EPA 1991]	9 mg/m ³ [US-EPA 1991]
	<u>Ingestion</u>	ND	9.10 ⁻³ mg/kg/j [US-EPA 1991]
Ammoniac	<u>Inhalation</u>		
Arsenic	<u>Inhalation</u>	4,3.10 ⁻³ (mg/m ³) ⁻¹ [US-EPA 1998]	ND
	<u>Ingestion</u>	1,5 (mg/kg/j) ⁻¹ [US-EPA 1998]	0,3 mg/kg/j [ATSDR 2000]
Benzène	<u>Inhalation</u>	2,2 à 7,8.10 ⁻⁶ (mg/m ³) ⁻¹ [US-EPA 2000]	30 mg/m ³ [US-EPA 2003]
	<u>Ingestion</u>	1,5 et 5,5.10 ⁻² (mg/kg/j) ⁻¹ [US-EPA 2000]	4 mg/kg/j [US-EPA 2003]
Benzo(a)pyrène	<u>Inhalation</u>	1,1.10 ⁻³ (mg/m ³) ⁻¹ [OEHHA 2002]	ND
	<u>Ingestion</u>	ND	ND
Cadmium	<u>Inhalation</u>	4,2.10 ⁻³ (mg/m ³) ⁻¹ [OEHHA 2002]	2.10 ⁻² mg/m ³ [OEHA 2003]
	<u>Ingestion</u>	ND	5.10 ⁻⁴ (eau) 1.10 ⁻³ (aliment) [US-EPA 1998]
Chlorure de vinyle	<u>Inhalation</u>	1.10 ⁻⁶ (mg/m ³) ⁻¹ [OMS 2000]	0,1 mg/m ³ [US-EPA 2000]
	<u>Ingestion</u>	6.10 ⁻² (mg/kg/j) ⁻¹ [OMS 1996]	3 mg/kg/j [US-EPA 2000]
Chrome	<u>Inhalation</u>	Cr ^{VI} 4.10 ⁻² (mg/m ³) ⁻¹ [US-EPA 1994]	Cr ^{VI} : Aerosols : 8.10 ⁻³ mg/m ³ [US-EPA 1998] Particules : 1.10 ⁻⁸ mg/m ³ [US-EPA 1998]
	<u>Ingestion</u>	ND	Cr ^{VI} : 3.10 ⁻³ mg/kg/j [US-EPA 1998] Cr ^{III} : 1,5 mg/kg/j [US-EPA 1998]
Manganèse	<u>Inhalation</u>	ND	4.10 ⁻⁵ mg/m ³ [ATSDR 1997]
	<u>Ingestion</u>	ND	1,4.10 ⁻¹ mg/kg/j [US-EPA 1996]
Mercure	<u>Inhalation</u>	ND	1 mg/m ³ [OMS 2000]
	<u>Ingestion</u>	ND	0,1 mg/kg/j [US-EPA 2001]
Naphtalène	<u>Inhalation</u>	ND	3 mg/m ³ [US-EPA 1998]
	<u>Ingestion</u>	ND	20 mg/kg/j [US-EPA 1998]
Nickel	<u>Inhalation</u>	3,8.10 ⁻⁴ [OMS 2000]	9.10 ⁻² [ATSDR 2003]
	<u>Ingestion</u>	ND	5 mg/kg/j [OMS 2004]
PCB	<u>Inhalation</u>	0,1 [US-EPA 1997]	ND
	<u>Ingestion</u>	0,4 [US-EPA 1997]	0,02 [OMS 2003]
Plomb	<u>Inhalation</u>	1,2.10 ⁻⁵ (mg/m ³) ⁻¹ [OEHHA 2002]	0,5 mg/m ³ [OMS 2000]
	<u>Ingestion</u>	4,2.10 ⁻² (mg/kg/j) ⁻¹ [OEHHA 2002]	3,5 mg/kg/j [OMS-JEFCA 1993]
Sulfure d'hydrogène	<u>Inhalation</u>	ND	2 mg/m ³ [US-EPA 2003]
Tétrachloroéthylène	<u>Inhalation</u>	5,9.10 ⁻⁶ (mg/m ³) ⁻¹ [OEHHA 2002]	250 mg/m ³ [OMS 2000]
	<u>Ingestion</u>	ND	14.10 ⁻³ mg/kg/j [OMS 2004]
Trichloroéthylène	<u>Inhalation</u>	2.10 ⁻⁶ (mg/m ³) ⁻¹ [OEHHA 2002]	200 mg/m ³ [RIVM 2001]
	<u>Ingestion</u>	ND	2,38.10 ⁻² mg/kg/j [OMS 2004]

ANNEXE 6a- Etudes épidémiologiques ayant étudié les effets non-cancérigènes des incinérateurs

Etude	Type de site	Type d'étude	Evaluation de l'exposition	Effectifs	Nature des effets indésirables étudiés	Résultats
Zmirou, 1994	Incinérateur de déchets ménagers et industriels	Cohorte	Analyse de la rose des vents Distance au site 3 zones : < 200 m, 1 et 2 km		Etude de la consommation de médicaments à visée respiratoire par l'intermédiaire des prescriptions des généralistes	Consommation plus importante de médicaments pour les populations de la zone la plus exposée, diminution de cette consommation avec l'éloignement de la source
Gray, 1994	2 incinérateur de boues Sydney, Australie	C/T	Mesures air à proximité des sites	713 cas 626 témoins	Prévalence des maladies respiratoires, hypersensibilité, volume d'expiration forcée	Pas d'excès de risque mis en évidence
Shy, 1995 Mohan, 2000 Hu, 2001	3 incinérateur (1 déchets ménagers, 1 déchets industriels, 1 déchets d'activités de soin) Caroline du Nord, Etats-Unis	Cohorte	Mesures air, analyse de la rose des vents, modélisation de la dispersion des polluants	Résidents	Prévalence des maladies respiratoires, volume d'expiration forcée, analyse lavage nasal	Pas d'excès de risque mis en évidence

ANNEXE 6b- Etudes épidémiologiques ayant étudié les effets cancérigènes des incinérateurs (études mono-site)

Etude	Type de site	Type d'étude	Evaluation de l'exposition	Effectifs	Nature des effets indésirables étudiés	Résultats
Diggle, 1990 Gatrell, 1992	Un incinérateur de solvants industriels et huiles Lancashire, GB	Descriptive rétrospective	Proximité de la résidence avec l'incinérateur	58 cancers du larynx 978 cancers des poumons	Incidence des cancers du larynx	Association significative entre proximité de résidence avec l'incinérateur et les cas de cancers du larynx (par rapport au cas de cancers du poumons) : RR = 25,26, décès en excès RR = 0,952 par kilomètre d'éloignement de la source (p de tendance linéaire < à 0,01)
Biggeri, 1996	Un incinérateur de déchets solides Trieste, Italie	C/T	Modélisation, distance avec 4 sites : l'incinérateur, une fonderie, un centre-ville, un chantier naval	755 cancers du poumons hommes 755 témoins	Décès par cancer du poumon	Risque significativement plus élevé de cancer du poumons pour l'incinérateur : RR = 6,7 pour la source Décès en excès : RR = 0,176 par km par kilomètre d'éloignement de la source (p de tendance linéaire < à 0,0098)
Michelozzi 1998	Un incinérateur de déchets ménagers Rome, Italie	Cohorte rétrospective 1987 - 1993	Distance avec 3 sites : l'incinérateur, un site de stockage de déchets et une raffinerie 3 zones : <3, 3-8 et 8-10 km	Résidents situés dans un périmètre de 10km d'un des site	Décès par cancer de foie, poumon, rein, système lymphatique et hépatique de 1987 à 1993	Pas d'association entre décès par cancer et distance sauf pour les cancers du larynx chez l'homme Zone < 3km : Global : homme SMR = 88 IC _{95%} [60-126], femme SMR = 96 IC _{95%} [57-150] Foie : homme/femme SMR = 0 (pas de cas) Larynx : homme SMR = 236 IC _{95%} [48-169], femme SMR = 55 IC _{95%} [2-271] Rein : homme SMR = 276 IC _{95%} [31-934], femme SMR = 0 Syst. lymph. et hépatique : homme SMR = 120 IC _{95%} [24-337], femme SMR = 64 IC _{95%} [3-317] Incidence des cancers significativement reliée à l'exposition (p de tendance linéaire = 0,006)
Viel, 2000	Incinérateur de déchets ménagers Besançon, France	Descriptive rétrospective	2 cantons (Besançon, Audeux) à proximité de l'incinérateur	110 cas STM 803 cas LNH 176 cas MH	Incidence STM, LNH, MH de 1980 à 1990	Taux supérieurs aux taux régionaux : STM : SIR = 1,44 (p = 0,004) LNH : SIR = 1,27 (p < 0,001)
Floret, 2003	Incinérateur de déchets ménagers Besançon, France	C/T	Modélisation de la dispersion des rejets de dioxines 3 catégories d'exposition (forte, modérée, faible)	222 cas de LNH diagnostiqués entre 1980 et 1995	LNH	Pour les groupes exposés : Fort : OR = 1,3 IC _{95%} [0,8-2,0] Modéré : OR = 1,0 IC _{95%} [0,6-1,6] Faible : OR = 2,1 IC _{95%} [1,1-3,7]

Liste des abréviations : IC : intervalle de confiance, LNH : lymphome non hodgkinien, OR : odd-ratio, RR : risque relatif, STM : sarcome des tissus mous

ANNEXE 6c- Etudes épidémiologiques ayant étudié les effets cancérigènes des incinérateurs (études multi-sites)

Etude	Type de site	Type d'étude	Evaluation de l'exposition	Effectifs	Nature des effets indésirables étudiés	Résultats
Elliot, 1992	10 incinérateurs de solvants et huiles Grande-Bretagne	Descriptive	Résidence dans un périmètre de 10 km des sites 2 zones : <3 et 3-10 km	Tous les résidents	Incidence des cancers du larynx	Pas d'excès de cancers du larynx par rapport au taux national, pas de différence selon les zones
Elliot, 1996, 2000	72 incinérateurs de déchets ménagers Etape 1 : 20 incinérateurs tirés au sort Etape 2 : 52 autres Grande-Bretagne	Cohorte rétrospective	Distance aux incinérateurs 8 zones : 0,5-1-2-3-4,6-5,7 -6,7-7,5 km Durée de résidence	14 millions de britanniques	Divers cancers : colorectal, vessie, larynx, poumons, estomac, foie	Risque de cancer de l'estomac, colorectal, foie et poumon décroît avec l'éloignement de la source Zone < 3km et 10 années de résidence Global : RR = 1,08 IC _{95%} [1,07-1,10] étape 1, RR = 1,04 IC _{95%} [1,03-1,04] étape 2 Estomac : RR = 1,07 IC _{95%} [1,072-1,13] étape 1, RR = 1,05 IC _{95%} [1,03-1,08] étape 2 Colorectal : RR = 1,11 IC _{95%} [1,07-1,15] étape 1, RR = 1,04 IC _{95%} [1,02-1,06] étape 2 Global : RR = 1,08 IC _{95%} [1,07-1,10] étape 1, RR = 1,04 IC _{95%} [1,03-1,04] étape 2 Foie : RR = 1,29 IC _{95%} [1,10-1,51] étape 1, RR = 1,13 IC _{95%} [1,05-1,22] étape 2 Poumons : RR = 1,14 IC _{95%} [1,11-1,17] étape 1, RR = 1,07 IC _{95%} [1,07-1,09] étape 2
Knox, 2000	70 incinérateur de déchets ménagers 307 incinérateurs de déchets d'activités de soin Grande-Bretagne	Descriptive rétrospective	Etudes des mouvement migratoires aux alentours des sites	9 224 décès d'enfants par cancers ayant déménagé pendant l'enfance	Leucémies, cancers enfants	Excès de migrations du lieu de naissance vers un incinérateur de déchet ménagers pour les sujets (RR = 1,27 pour une distance < 3 km, p < 0,05) Résultats analogues pour les incinérateurs de déchets d'activités de soin
InVS, 2006	16 incinérateurs 4 départements : Haut-Rhin, Bas-Rhin, Isère, Tarn, France	Ecologique spatio-temporelle	Modélisation de la dispersion des polluants émis par les sites Accumulation et dégradation des polluants dans l'environnement	2,5 millions de personnes	Cancers du poumon, foie, sein, LNH, STM	Relation entre le lieu de résidence sous un panache d'incinérateur de 1972 à 1985 et l'augmentation significative de risque pour certains cancers : Femme : tout cancer : excès de risque de 9,80% (p<0,05) Tout sexe : LNH : excès de risque de 8,3% (p<0,05)

Liste des abréviations : IC : intervalle de confiance, OR : odd-ratio, RR : risque relatif

ANNEXE 6d- Etudes épidémiologiques ayant étudié les effets sur la reproduction des incinérateurs (études mono-sites)

Etude	Type de site	Type d'étude	Evaluation de l'exposition	Effectifs	Nature des effets indésirables étudiés	Résultats
Jansson, 1989	Incinérateur de déchets	C/T et descriptive	Modélisation de la dispersion des rejets de dioxine Etude des registres de malformations avant et après mise en route de l'incinérateur	6 enfants avec fentes faciales (lèvres et palais) 18 cantons à proximité de l'incinérateur	Incidence des fentes faciales (lèvre et palais) en Suède entre 1973 et 1986	Les niveaux les plus importants de dioxines concernent la zone < 1 km du site Pas de différence pour les malformations avant et après démarrage de l'incinérateur : RR = 1,02 IC _{95%} [0,71-1,47]
Ten Tusscher, 2000	Site d'incinération de produits chimiques (1961-1973) Amsterdam, Pays-Bas	Cohorte	Proximité de la maternité avec le site	Exposés : 8 803 naissances Non-exposés : 21 071 naissances	Incidence des fentes faciales de 1960 à 1969	Clinique exposée : 2,5 cas / 1000 naissances Clinique non exposée : 1,2 cas / 1000 naissances RR = 2,1
Staessen, 2001	2 incinérateurs de déchets et un four crématoire Anvers, Belgique	Cohorte	Mesures de la concentration sérique de certains congénères des BCB et dioxines Durée de résidence Zone de résidence	100 adolescents ayant vécu toute leur vie en zone exposés 100 adolescents vivant en zone rurale	Maturation sexuelle	Chez les garçons exposés : volume des testicules moindre, développement de l'appareil génital moins avancé Corrélation négative entre augmentation du taux de l'ensemble des marqueurs sériques et le développement de l'appareil génital (p = 0,06) Chez les filles exposées : volume mammaires moindre, pilosité pubienne plus importante Corrélation négative entre augmentation du taux de l'ensemble des marqueurs sériques et le développement mammaire (p = 0,02)

Liste des abréviations : IC : intervalle de confiance, OR : odd-ratio, RR : risque relatif

ANNEXE 6e- Etudes épidémiologiques ayant étudié les effets sur la reproduction des incinérateurs (études multi-sites)

Etude	Type de site	Type d'étude	Evaluation de l'exposition	Effectifs	Nature des effets indésirables étudiés	Résultats
Lloyd, 1988 Jones, 1989	2 incinérateurs (1 déchets ménagers et 1 produits chimiques) Ecosse	Cohorte rétrospective	Lieu de résidence et rose des vents		Gémellité en Ecosse de 1976 à 1979 et de 1980 à 1983	Taux de jumeaux plus élevé pour les zones les plus exposées 1976-1979 : zone la plus exposée RR = 1,7 1980-1984 : zone la plus exposée RR = 2,6
Williams, 1992	2 incinérateurs de déchets Ecosse	Cohorte rétrospective	Rose des vents, topographie du site et mesures dans les sols		Sex ratio à la naissance en Ecosse : 1975 à 1979 et de 1980 à 1983	Excès significatif de naissances féminines dans la zone la plus exposée : M/F ratio = 0,87 (p<0,05)
Rydhstroem, 1998	14 incinérateurs de déchets Suède	Ecologique	Lieu de résidence Durée de résidence	Résidents des communes à proximité incinérateurs	Gémellité de 1973 à 1990	Pas d'agrégat spatio-temporel de cas Différence selon les sites : - risque augmenté significativement dans une commune : RR = 1,72 IC _{95%} [1,22-2,43] - risque diminué significativement dans une autre : RR = 0,46 IC _{95%} [0,29-0,63]
Dummer, 2003	7 incinérateurs : 3 incinérateurs de déchets dangers industriels, 1 incinérateur de déchets inertes et 3 crématoriums Cumbria, USA	Cohorte rétrospective	Résidence des mères et proximité avec les sites	244 758 naissances	Incidence décès néonataux, anomalies congénitales létales, enfants morts-nés	Incinérateurs : excès de risques pour les anomalies congénitales létales suivantes Spina bifida : RR = 1,17 IC _{95%} [1,07-1,28] Défauts cardiaques : RR = 1,12 IC _{95%} [1,03-1,22]
Cordier, 2004	70 incinérateurs Rhône-Alpes, France	Cohorte rétrospective	Proximité avec site	194 communes exposées 2 678 communes non-exposées	Anomalies congénitales	Excès de risque pour certaines anomalies : Fentes faciales : RR = 1,30 IC _{95%} [1,06-1,22] Dysplasie rénale : RR = 1,55 IC _{95%} [1,03-1,22]

Liste des abréviations : IC : intervalle de confiance, OR : odd-ratio, RR : risque relatif

**ANNEXE 7a- Etudes épidémiologiques ayant étudié les effets non-cancérigènes des centres de stockage
(Les études relatives aux centres de stockage sont citées ici à titre d'information. En effet elles concernent le stockage de déchets industriels et/ou dangereux n'entrant pas dans notre revue de la bibliographie relative aux déchets ménagers)**

Etude	Type de site	Type d'étude	Evaluation de l'exposition	Effectifs	Nature des effets indésirables étudiés	Résultats
Paigen, 1985	Love Canal USA	Transversale	Résidence depuis au mois 5 mois à proximité avec le site	523 enfants de Love Canal 440 enfants non exposés	Problèmes de santé rapportés par la population : difficultés d'apprentissage, hyperactivité, irritations oculaires, douleurs abdominales, incontinence,	Augmentation de la prévalence de tous les symptômes chez les sujets exposés
Logue, 1985	Lock Haven Pennsylvania, USA	Transversale	Résidence et consommation eau contaminée	65 exposés 66 non exposés	Maladies et symptômes rapportés par les sujets (29)	Augmentation des irritations oculaires, des diarrhées, troubles du sommeil chez les sujets exposés
Logue, 1986	Londonderry Township Pennsylvania, USA	Transversale	Résidence à proximité du site	179 résidents exposés 151 résidents non exposés	Maladies et symptômes rapportés par les sujets (29)	Augmentation des problèmes cutanés et des troubles du sommeil chez les sujets exposés
Ozonoff, 1987	USA	Transversale	Résidence à proximité du site	1 049 résidents exposés 948 non exposés	Symptômes rapportés par les sujets (36)	Augmentation de symptômes respiratoires (nez qui coule, éternuements), troubles intestinaux chez les personnes exposées
Hertzman, 1987	Upper Ottawa	Cohorte rétrospective	Résidence < 750m du site	614 foyers exposés 636 foyers non exposés	Symptômes rapportés par les sujets	Augmentation des symptômes suivants chez les personnes exposées : troubles respiratoires et cutanés, fatigue, problèmes intestinaux, irrégularité du rythme cardiaque
Dunne, 1990	USA	Transversale	Zone 1 : résidence < 300 m Zone 2 : résidence > 300 m et < 1 000 m	257 sujets exposés (zone 1 et 2) 105 non exposés	Symptômes rapportés par les sujets, niveau de stress	Augmentation de la plupart des symptômes rapportés chez les personnes exposées
Lipscomb, 1991	McCull	Cohorte prospective	Plaintes pour mauvaises odeurs	57 exposition forte 66 moyenne 70 non exposés	Maladies et symptômes rapportés par les sujets (22)	Augmentation triple pour les 2/3 des symptômes chez les sujets exposés
Hall, 1994	New-York USA	C/T	Résidence < 1 mile du site Probabilité d'exposition (forte, moyenne, faible) Nombre d'années de résidence	259 cas maladies rénale stade terminal 259 témoins	Maladies rénales stade terminal	Pas d'augmentation chez les sujets résidents < 1 mile mais une augmentation pour les sujets ayant habité pendant au moins 12 ans près du site pour les expositions modérées et fortes
Najem, 1994	USA	Transversale	Résidence et proximité avec cours d'eau contaminé	676 exposés 778 non exposés	Maladies rapportées par les sujets, problèmes respiratoires, cutanés, crise d'apoplexie	Augmentation significative des troubles respiratoires et des crises d'apoplexie chez les sujets exposés qui disparaît quand est pris en compte le facteur tabac

Liste des abréviations : IC : intervalle de confiance, OR : odd-ratio, RR : risque relatif

Stockage et effets non cancérogènes (suite)

Etude	Type de site	Type d'étude	Evaluation de l'exposition	Effectifs	Nature des effets indésirables étudiés	Résultats
Zmirou, 1994	Centre de stockage de déchets dangereux (1977-1988) Montchanin, France	Cohorte rétrospective	Index individuel d'exposition calculé à partir de la modélisation des polluants dans l'environnement et les activités journalières des sujets	694 habitants de Montchanin résidant à proximité de la décharge	Prescription médicamenteuses : troubles respiratoires, ophtalmologiques, dermatologiques, gastro-intestinaux et neurologiques	Faible association entre exposition et consommation de médicament à visée respiratoire (p de tendance linéaire = 0,67)
Deloraine, 1995	Centre de stockage de déchets dangereux (1977-1988) Montchanin, France	C/T	Index individuel d'exposition calculé à partir de la modélisation des polluants dans l'environnement et les activités journalières des sujets	432 cas 384 témoins	Troubles respiratoires, ophtalmologiques, dermatologiques, gastro-intestinaux et neurologiques	Pas d'association
Deloraine, 1995	Centre de stockage de déchets dangereux (1977-1988) Montchanin, France	Descriptive rétrospective	Domicile à Montchanin	Les 6000 habitants de Montchanin	Morbidité respiratoires et neuropsychiques prévalentes et incidentes	Morbidité prévalente significativement reliée à l'exposition (p de tendance linéaire = 0,002) Morbidité incidente non reliée.
Dayal, 1995		Transversale	Index d'exposition calculé à partir de la distance de résidence au site et la quantité de déchets accueillis sur le site	321 personnes fortement exposées 351 peu exposées	Symptômes rapportés par les sujets (29)	Augmentation des symptômes déclarés chez les personnes exposées, principalement troubles neurologiques
Fielder, 1997	Nant-y-Gwyddon Pays de Galles	Descriptive	Présence d'une décharge à proximité de la commune	5 communes exposées 22 communes non exposées	Taux de mortalité, admissions à l'hôpital pour asthme	Pas de différences
Miller, 1997	Harry County Texas, USA	Transversale	Résidence près du site	476 résidents exposés 481 non exposés	Symptômes rapportés par les sujets (14)	Augmentation de 11 symptômes déclarés sur 14 chez les sujets exposés

Liste des abréviations : IC : intervalle de confiance, OR : odd-ratio, RR : risque relatif

ANNEXE 7b- Etudes épidémiologiques ayant étudié les effets cancérigènes des centres de stockage (étude mono-site)

Etude	Type de site	Type d'étude	Evaluation de l'exposition	Effectifs	Nature des effets indésirables étudiés	Résultats
Goldberg, 1995	Décharge de déchets ménagers et industriels solides (depuis 1968) Collecte du biogaz depuis 1980 Miron-Quarry, Canada	Descriptive géographique (1981 à 1988)	Résidence selon 6 zones d'exposition : forte sous et hors vent, moyenne, faible, non exposée	Estomac : 1400 hommes et 1003 femmes Foie : 430 hommes et 204 femmes Poumons : 8 115 hommes et 3 121 femmes	Incidence des cancers de 17 localisations, 20 chez les femmes	Forte exposition : Homme : estomac RR = 1,27 IC _{95%} [1,04-1,55], foie RR = 1,31 IC _{95%} [0,95-1,81], poumon RR = 1,06 IC _{95%} [0,98-1,16], prostate RR = 1,18 IC _{95%} [1,02-1,37] Femme : estomac RR = 1,20 IC _{95%} [0,95-1,52], col utérus RR = 1,21 IC _{95%} [0,98-1,49]
Williams, 1998	Décharge de déchets ménagers et industriels ayant accueilli des déchets liquides Sydney, Australie	Descriptive géographique (1972 à 1992)	Résidence < 3 km du site	Cancers : 69 hommes et 51 femmes Décès : 138 hommes et 79 femmes	Incidence des cancers de 1972 à 1991 Mortalité de 1975 à 1992	Hommes : cerveau SIR = 380 IC _{95%} [139-827], poumons SIR = 159 IC _{95%} [99-218]
Goldberg, 1999	Décharge de déchets ménagers et industriels solides (depuis 1968) Collecte du biogaz depuis 1980 Miron-Quarry, Canada	C/T	Résidence selon 6 zones d'exposition : forte sous et hors vent, moyenne, faible, non exposée	2 928 cas hommes 600 témoins	Œsophage, estomac, colon-rectum, foie, pancréas, prostate, rein, vessie, mélanome, LNH, Hodgkin	Forte expo : prostate OR = 1,5 IC _{95%} [1,0-2,1] Résidence < 1,25 km : pancréas OR = 2,2 IC _{95%} [1,0-4,6], LNH OR = 2,0 IC _{95%} [1,0-4,0]

Etudes épidémiologiques ayant étudié les effets cancérigènes des centres de stockage (étude multi-sites)

Etude	Type de site	Type d'étude	Evaluation de l'exposition	Effectifs	Nature des effets indésirables étudiés	Résultats
Jarup, 2002	9 565 sites de stockage de déchets dangereux et non dangereux Grande-Bretagne	Description géographique	Résidence < 2 km d'un site	Rein : 63 367 cas, cerveau : 25 452, foie : 15 396, leucémie adultes : 26 279, enfants : 2886	Reins, cerveau, foie et voies biliaires, leucémies adultes et enfants	Vessie RR = 1,01 IC _{99%} [1,00-1,02], cerveau RR = 0,99 IC _{99%} [0,98-1,01] foie : RR = 1,00 IC _{99%} [0,98-1,03] leucémie adulte RR = 1,00 IC _{99%} [0,98-1,01], leucémie enfant RR = 0,96 IC _{99%} [0,91-1,00]

Liste des abréviations : IC : intervalle de confiance, LNH : lymphome non hodgkinien, OR : odd-ratio, RR : risque relatif

ANNEXE 7c- Etudes épidémiologiques ayant étudié les effets sur la reproduction des centres de stockage (études mono-site)

Etude	Type de site	Type d'étude	Evaluation de l'exposition	Effectifs	Nature des effets indésirables étudiés	Résultats
Goldberg, 1995	Décharge de déchets ménagers et industriels solides (depuis 1968) Collecte du biogaz depuis 1980 Miron-Quarry, Canada	C/T	Résidence selon 3 zones d'exposition : forte, moyenne, faible	7 403 prématurés 7 834 témoins 7 977 PPN 7 856 témoins	PPN et TPPN, prématurité, retard de croissance intra-utérin	PPN : OR = 1,2 IC _{95%} [1,04-1,39] Retard de croissance intra-utérin : OR = 1,09 IC _{95%} [0,96-1,24] Pas d'association entre TPPN et prématurité
Kharrazi, 1997	Décharge de produits dangereux BKK (1963 – 1989) Los-Angeles, USA	Cohorte rétrospective 1978-1986	Nombre de plaintes pour mauvaises odeurs par 100 habitants Exposition forte (>33 plaintes / 100 habts), moyenne (10 à 33), faible (<10)	25 216 naissances ou morts fœtales	Mortalité fœtale, mortalité néonatale précoce (<6 jours), mortalité infantile (<11 mois), durée de grossesses, poids de naissance	Durée de grossesse raccourcie de 1,8 jours en zone de forte exposition et réduction du poids de 59 g par rapport aux statistiques nationales
Fielder, 2000	Décharge de déchets ménagers et industriels Nant-y-Gwyddon, Pays-de-Galle	Descriptive géographique	Résidence < 3 km du site Plaintes pour mauvaises odeurs	5 circonscriptions exposées 22 non exposées 302 naissances	PPN, avortements spontanés, malformations congénitales	Malformations congénitales : avant ouverture OR = 1,9 IC _{95%} [1,30-2,85], après ouverture OR = 1,9 IC _{95%} [1,23-2,95] Cluster de malformations de la paroi abdominale

Liste des abréviations : DFTN : défaut de fermeture du tube neural, CCT : cardiopathies cono-trunciales, FP : fente faciale, MS : musculosquelettique, IC : intervalle de confiance, NPL : national priority list, PPN : petit poids à la naissance (< 2500 g), RR : risque relatif, SN : système nerveux, SNC : système nerveux central, TPPN : très petit poids à la naissance (< 1500 g)

ANNEXE 7d- Etudes épidémiologiques ayant étudié les effets sur la reproduction des centres de stockage (études multi-sites)

Etude	Type de site	Type d'étude	Evaluation de l'exposition	Effectifs	Nature des effets indésirables étudiés	Résultats
Geschwind, 1992	590 sites de déchets dangereux New-York, USA	C/T	Index de risqué pour chaque site Résidence < 1 mile	9 313 cas 17 802 témoins	Fentes faciales, anomalies musculosquelettiques, SN, peau, appareil digestif, aberrations chromosomiques	Global : OR = 1,12 IC _{95%} [1,06-1,18] SN : OR = 1,29 IC _{95%} [1,05-1,59] MS : OR = 1,16 IC _{95%} [1,06-1,26] Peau : OR = 1,32 IC _{95%} [1,18-1,48]
Sosniak, 1994	1 281 sites NPL USA	C/T	Résidence < 1 mile	17 407 mères	PPN, malformations congénitales, mortalité périnatale, prématurité	Pas d'association entre échec de la reproduction et résidence de la mère inférieure < 1 mile d'un site NPL
Marshall, 1997	643 sites de déchets dangereux New-York, USA	C/T	Probabilité d'exposition < 1 mile des sites	473 SNC, 3 305 MS 12 436 témoins	Malformations du SNC et MS	Pas d'association entre probabilité d'exposition et malformations des 2 types
Croen, 1997	764 sites de déchets dangereux (105 sites NPL) Californie, USA	C/T	Recensement Résidence < 1 mile Résidence < 0,25 mile	507 DFTF 517 témoins 201 CCT, 439 FP 439 témoins	DFTN, cardiopathies, fentes faciales	Risque non significatif de DFTN et CCT si résidence < 0,25 mile d'un site NPL Pas d'autre association.
Berry, 1997	Décharge de déchets dangereux (1958-1971) déchets liquides Lipari, USA	Cohorte rétrospective	Résidence < 1 mile du site	2 092 naissances exposées 6 840 non exposées	PPN, prématurité	PPN : OR = 5,1 IC _{95%} [2,1-12,3] Prématurité : OR = 2,1 IC _{95%} [1,0-4,4]
Dolk, 1998	21 sites de déchets industriels Belg., Fr., UK, Dan.	C/T	Résidence < 3 km d'un site	1 89 cas 2366 témoins	Malformations non-chromosomiques : DFTN, cardiopathie,	Global : OR = 1,33 IC _{95%} [1,11-1,59] DFTN : OR = 1,86 IC _{95%} [1,24-2,79] Cardiopathie : OR = 1,49 IC _{95%} [1,092,95]
Elliott, 2001	9 565 sites de déchets Grande-Bretagne	Description géographique	Résidence < 2 km du site	8,2 millions de naissances 43 471 morts-nés 124 597 malformations congénitales	Malformations congénitales, PPN, TPPN	Global : RR = 1,01 IC _{99%} [1,005-1,023] DFTN : RR = 1,05 IC _{99%} [1,01-1,10] Défauts de la paroi abdominale : RR = 108 IC _{99%} [1,01-1,15] PPN : OR = 1,05 IC _{95%} [1,05-1,06] Hypospadias : RR = 1,07 IC _{99%} [1,04-1,10] Laparoschisis : RR = 1,19 IC _{99%} [1,05-1,34]
Vrijheid, 2002	23 sites de déchets industriels Belg., Fr., UK, Dan.	C/T	Résidence < 3 km d'un site	245 cas 2412 témoins	Aberrations chromosomiques	Global : OR = 1,41 IC _{95%} [1,00-1,99]
Brender, 2006	Sites de stockage déchets et installations industrielles Texas, USA	C/T	Localisation résidence par rapport aux site par SIG	1781 naissances avec fentes faciales 4368 témoins	Fentes faciales	Pas d'association pour les sites de stockage de déchets

ANNEXE 8a- Etudes épidémiologiques ayant étudié les effets non-cancérigènes des plate-formes de compostage (étude mono-site)

Etude	Type de site	Type d'étude	Evaluation de l'exposition	Effectifs	Nature des effets indésirables étudiés	Résultats
Lundholm, 1980	Centre expérimental déchets ménagers / boues	Transversale	Concentration en bactéries Gram négative	11 travailleurs site	Symptômes rapportés par les sujets	Divers symptômes rapportés : fièvre (1/11), nausée (2/11), diarrhées (4/11)
Sigsgaard, 1994	Centre de compostage de déchets Danemark	Transversale	Mesures concentrations en poussières, endotoxines, bactéries, champignons	8 travailleurs site 119 travailleurs non-exposés (usine de potabilisation d'eau)	Symptômes rapportés par les sujets, évaluation de la fonction pulmonaire avant et après prise de poste, réactivité bronchique	Prévalence augmentée de certains symptômes chez les travailleurs exposés : nausée et diarrhées (prévalence de 13% et 25%) Pas de différence pour la fonction pulmonaire et la réactivité bronchique
Delaunay, 1997	Centre de compostage OM couvert Murianette, France	Cohorte campagne été/hiver (1 semaine)	Mesures concentrations poussières, bactéries et champignons	10 travailleurs	Symptômes rapportés par les sujets, évaluation de la fonction pulmonaire (EFR) en début et fin de poste	Campagne d'été : gorge sèche (40%), irritation oculaire (28%), toux sèche et céphalée (10%) de 4 à 12h après la prise de poste Campagne d'hiver : gastro-entérites bénignes (66%), gorge sèche (22%), nez bouché (22%) après prise de poste Pas de variation intra-journalière des paramètres respiratoires
Ivens, 1997	Danemark	Transversale	Mesures concentrations bactéries, champignons, endotoxines	28 travailleurs site 1 111 travailleurs non-exposés	Symptômes rapportés par les sujets	Association faible entre exposition et diarrhées
Douwes, 2000	Centre de compostage de déchets organiques couvert	Cohorte 1995 à 1996	2 campagnes de mesures des concentrations en poussières, endotoxines bactériennes, glucanes au niveau des postes de travail	29 travailleurs site (5 suivis pendant 2 ans) 10 sujets non exposés	Troubles respiratoires rapportés par les sujets, apparition de marqueurs d'inflammation dans lavage nasal	Fréquence des symptômes liés aux voies respiratoires hautes élevée (25 à 79%). Concentration en marqueurs d'inflammation plus élevée chez les travailleurs exposés Concentration en marqueurs plus élevée en début de poste (travailleurs les plus exposés)
Browne, 2001	Centre de compostage de déchets verts	Cohorte	Mesures concentrations bactéries, champignons, endotoxines et glucanes	63 résidents du site 82 sujets non exposés	Registres médicaux : troubles respiratoires	Pas d'augmentation asthmes et allergies même si résidents exposés à des concentrations en <i>Aspergillus fumigatus</i> élevées
Heldal, 2003	Centre(s) de compostage ?	Cohorte 3 jours	Mesures bactéries, champignons, endotoxines, glucanes en début de poste	6 travailleurs site	Symptômes rapportés par les sujets, apparition de marqueurs d'inflammation	Augmentation significative de certaines marqueurs d'inflammation

Liste des abréviations : IC : intervalle de confiance, LNH : lymphome non hodgkinien, OR : odd-ratio, RR : risque relatif

Compostage et effets non cancérogènes (suite)

Etude	Type de site	Type d'étude	Evaluation de l'exposition	Effectifs	Nature des effets indésirables étudiés	Résultats
Herr, 2003	Centre de compostage de déchets verts et organiques Allemagne	Transversale	Proximité de résidence avec le site : de 150 à 500 m sous le vent Mesures des concentrations en bactéries et moisissures cultivables à 500 m du site au vent, 200, 250, 300, 320 et 550 m du site sous le vent Durée de résidence	214 résidents exposés 142 non-exposés	Symptômes rapportés par les sujets (+ diagnostic médical)	Association significative forte exposition (bactéries > 10 ⁵ ufc/m ³) après ajustement sur âge, sexe, présence axe routier, ancienneté résidence : Bronchite RR = 3,02 IC _{95%} [1,35-7,06], réveil dû à la toux RR = 2,70 IC _{95%} [0,23-6,10], dyspnée de repos RR = 3,99 IC _{95%} [1,31-15,19], dyspnée d'effort RR = 4,23 IC _{95%} [1,74-11,34], toux au réveil ou durant la journée RR = 2,67 IC _{95%} [1,17-6,10], fatigue excessive > 5x par an RR = 2,80 IC _{95%} [1,22-6,72], tremblement RR = 4,63 IC _{95%} [1,44-20,85] Lien statistique entre durée de résidence (zone < 200 m) et existence d'épisodes de bronchites au cours des 12 mois précédents

Liste des abréviations : IC : intervalle de confiance, OR : odd-ratio, RR : risque relatif

ANNEXE 8b- Etudes épidémiologiques ayant étudié les effets non-cancérigènes des plate-formes de compostage (étude multi-sites)

Etude	Type de site	Type d'étude	Evaluation de l'exposition	Effectifs	Nature des effets indésirables étudiés	Résultats
Clark, 1984	4 centres de compostage (boues seules ou en mélange avec des déchets verts) Beltsville, Camben, Philadelphie, Washington, USA	Transversale	Distance de travail par rapport au site Prélèvement gorge et nez pour détecter présence d' <i>Aspergillus fumigatus</i>	98 travailleurs site 157 travailleurs occasionnels ou travaillant à moins de 100 m d'un site 133 sujets non exposés (travaillant à plus de 100 m d'un site)	Evaluation de la fonction pulmonaire, présence d'anticorps contre champignons et endotoxines	Atteintes nasales, auriculaires et cutanées plus élevées chez les travailleurs exposés Pas d'augmentation significative d'anticorps Prélèvement positif en <i>Aspergillus fumigatus</i> pour 70% des sujets des centres de compostage contre 5% des sujets non-exposés
Millner, 1994 Epstein, 1996	Centres de compostage Maryland, USA	Cohorte 5 ans		242 travailleurs site (46 par an en moyenne)	Troubles respiratoires, capacité respiratoire, présence d'anticorps IgE contre <i>A. fumigatus</i>	Très peu de troubles respiratoires recensés chez les sujets Pas d'évolution durant les 5 ans Modifications spirométriques faibles pouvant être attribuées au tabagisme
Marth, 1996	3 centres de compostage d'OM	Transversale	Temps de présence sur les sites	? individus exposés 20 non-exposés	Symptômes rapportés par les sujets, évaluation de la capacité pulmonaire, présence d'anticorps IgE contre les champignons	Plaintes les plus souvent rapportées : gorge sèche (38%), toux sèche (35%), infection pulmonaire (23%), diarrhée (18%), douleur articulaire (13%), conjonctivite (12%) Pas d'altération de la capacité pulmonaire chez les travailleurs exposés Pas de différence de concentration en IgE entre les 2 groupes
Marth, 1999	3 centres de compostage ?	Cohorte 3 ans	Ancienneté sur le site (de quelques mois à 33 ans, médiane : 3 ans) Mesures des concentrations en bactéries et moisissures cultivables	120 travailleurs site (34 suivis pendant les 3 ans)	Evaluation de la fonction respiratoire, présence d'anticorps IgE et IgG dirigés contre <i>A. fumigatus</i> , <i>Penicillium notatum</i> , <i>Mucor</i> , <i>Chladosporium</i> et <i>Alternaria</i>	Pas d'altération de la fonction pulmonaire chez les sujets Très faible augmentation du taux d'anticorps IgE total
Bünger, 2003	41 centres de compostage ?	Cohorte 1996/1997 et 2001	Fonction de la durée de travail, le mode de protection des travailleurs, le procédé de compostage Score d'après questionnaire 4 groupes d'exposition	218 travailleurs site 66 non-exposés	Symptômes rapportés par les sujets, évaluation de la fonction respiratoire, présence d'anticorps IgG dirigés contre 7 champignons et 4 actinomycètes	Augmentation des irritations oculaires et voies aériennes supérieures, maladies cutanées chez les sujets exposés Concentration plus importante en anticorps chez les sujets exposés Pas d'association entre concentration en anticorps et symptômes rapportés

Glossaire

A	Autorisation
ABPA	Aspergillose broncho-pulmonaire allergique
ADEME	Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
AEP	Alimentation en eau potable
AFSSA	Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments
As	Arsenic
ATSDR	Agency for toxic substances and diseases registry
BAEE	Broncho-alvéolite allergique extrinsèque
BSDI	Bordereau de suivi de déchets industriels
BTP	Bâtiment et travaux public
CCT	Cardiopathies cono-truncales
Cd	Cadmium
CET	Centre d'enfouissement technique
CIRC	Centre international de recherche sur le cancer
CIRE	Cellule inter-régionale d'épidémiologie
CH ₄	Méthane
CIRE	Cellule inter-régionale d'épidémiologie
CITEPA	Centre interprofessionnel d'étude de la pollution atmosphérique
CLIS	Commission locale d'information et de surveillance
CO	Monoxyde de carbone
COV	Composés organiques volatils
COVNM	Composés organiques volatils non méthaniques
CO ₂	Dioxyde de carbone
Cr	Chrome
CSD/ CSDU	Centre de stockage de déchets (ultimes)
C/T	Cas / Témoins
Cu	Cuivre
D	Déclaration
dB	Décibel
DD	Déchets dangereux
DAS	Déchets d'activités de soins
DASRI	Déchets d'activités de soins à risques infectieux
dB	Décibel
dBA	Décibel pondéré (selon la fréquence A)

DDASS	Direction départementale des affaires sanitaires et sociales
DDE	Direction départemental de l'équipement
DRASS	Direction régionale des affaires sanitaires et sociales
DE	Directive européenne
DEEE	Déchets d'équipements électriques et électroniques
DFTN :	Défaut de fermeture du tube neural
DIB	Déchets industriels banals
DIS	Déchets industriels spéciaux
DMA	Déchets ménagers et assimilés
DMS	Déchets ménagers spéciaux
DRIRE	Direction régionale de l'industrie et de la recherche
DTQD	Déchets toxiques en quantités dispersées
DUP	Déclaration d'utilité publique
DV	Déchets verts
ERU	Excès de risque unitaire
ETM	Eléments traces métalliques
FFOM	Fraction fermentescible des ordures ménagères
FP	Fente faciale
HAP	Hydrocarbure aromatiques polycycliques
HCl	Acide chlorhydrique
HF	Acide fluorhydrique
Hg	Mercure
Hz	Hertz
IAURIF	Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région d'Ile-de-France
IC	Intervalle de confiance
ICPE	Installation classée pour la protection de l'environnement
IFEN	Institut français de l'environnement
INERIS	Institut régional de l'environnement industriel et des risques
INRS	Institut national de recherche et de sécurité
INSERM	Institut national de la santé et de la recherche médicale
InVS	Institu national de veille sanitaire
LA _{eq}	Niveau continu équivalent exprimé en décibels pondérés
Ni	Nickel
Hz	Hertz
H ₂	Dihydrogène
H ₂ S	Sulfure de dihydrogène

L _{éq}	Niveau continu équivalent
LNH	Lymphome non hodgkinien
MB	Matière brute
MEDD	Ministère de l'écologie et du développement durable
MF	Matière fraîche
Mn	Manganèse
MS	Matière sèche
NC	Non concerné
NH ₃	Ammoniac
Ni	Nickel
NO _x	Oxydes d'azote
NPL	National priority list
N ₂	Diazote
ODTS	Organic dust toxic syndrom (syndrome toxique de la poussière organique)
OM	Ordures ménagères
OMS	Organisation mondiale de la santé
OR	Odd-ratio
ORDIF	Observatoire régional des déchets d'Ile-de-France
ORS	Observatoire régional de la santé
O ₂	Dioxygène
PCB	Poly-chloro-biphényles
PCDD/F	Poly-chloro-dibenzo-dioxines/furannes
Pb	Plomb
pH	Potentiel hydrogène
PME / PMI	Petites et moyennes entreprises / industries
PM _{2,5}	Particules de diamètre aérodynamique inférieur à 2,5 µm
PM ₁₀	Particules de diamètre aérodynamique inférieur à 10 µm
PPN	Petit poids à la naissance (< 2 500 g)
Pr	Professionnels
PREDAS	Plan régional d'élimination des déchets d'activités de soin
PREDD	Plan régional d'élimination des déchets dangereux
PREDIS	Plan régional d'élimination des déchets industriels spéciaux
PREDMA	Plan départemental d'élimination des déchets ménagers et assimilés
PRG	Pouvoir de réchauffement global
Q	Quantité
REFI	Résidus d'épuration des fumées d'incinération

REFIOM	Résidus d'épuration des fumées d'incinération des ordures ménagères
REFIDIS	Résidus d'épuration des fumées d'incinération de déchets spéciaux
Ri	Riverains
RIVM	Institut national de santé public et de l'environnement des Pays-Bas
RP	Rapport géologique
RR	Risque relatif
RTMDR	Réglementation sur le transport des matières dangereuses par route
S	Surface
SAU	Surface agricole utilisable
Se	Sélénium
SN	Système nerveux
SNC	Système nerveux central
SO _x	Oxydes de soufre
STM	Sarcome des tissus mous
SYCTOM	Syndicat intercommunal de traitement des ordures ménagères
TEF	Facteur d'équivalent toxique
TEQ	Toxique équivalent (unité)
TPPN	Très petit poids à la naissance (< 1 500 g)
UFC	Unité formant colonie
UIOM	Usine d'incinération des ordures ménagères
UIDIS	Usine d'incinération des déchets industriels spéciaux
US-EPA	United-state's environment protection agency (Agence de protection de l'environnement des Etats-Unis)
VHU	Véhicules hors d'usage
VTR	Valeur toxicologique de référence
Zn	Zinc