

OCTOBRE 2005

Le compostage en Île-de-France : existe-t-il un risque sanitaire pour les Franciliens ?

L'implantation de plates-formes de compostage s'est multipliée en Île-de-France, parallèlement au développement des collectes sélectives, dans le souci de diversifier le mode d'élimination des déchets ménagers. Si le compostage et le compost polluent peu l'environnement, la présence de micro-organismes pathogènes à tous les stades de la filière représente un risque potentiel pour la santé. En Île-de-France, ce risque serait minime, eu égard à l'intégration en milieu rural des unités de compostage, éloignées des centres urbains. Mesurer les concentrations d'éléments pathogènes autour de ces unités n'en demeure pas moins nécessaire pour évaluer objectivement les niveaux d'exposition des populations environnantes.

Une pratique ancienne qui connaît un regain d'intérêt

Le compost est un mélange de résidus organiques riches en humus, utilisé comme matière fertilisante, c'est-à-dire comme «un produit destiné à assurer ou améliorer la nutrition des végétaux ainsi que les propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols», selon les termes de la loi du 13 juillet 1979. Il est issu du compostage, procédé biologique qui consiste à faire subir aux déchets organiques biodégradables, d'origine végétale et/ou animale, une fermentation, contrôlée ou non, en présence d'air (appelée fermentation aérobie).

Pratiqué de tout temps, notamment dans les campagnes, le compostage est aujourd'hui réalisé à grande échelle et représente une filière de traitement des déchets à part entière.

Moins pratiqué dans les décennies 1970 et 1980 en France, au profit de l'incinération, le compostage trouve un regain d'intérêt depuis la loi sur les déchets de 1992. Il bénéficie depuis cette date du développement de la collecte sélective des emballages ménagers, étendue aux déchets verts, et des dispositions de la circulaire du 28 avril 1998 du ministère de l'Environnement¹ relative à la gestion des déchets organiques. En Île-de-France, la pratique organisée du compostage date de la fin des années 1960. Aujourd'hui, il est réalisé en usine, par fermentation accélérée d'ordures ménagères brutes² ou résiduelles³ ; par fermentation lente sur des plates-formes de compostage ; individuellement, par les particuliers. Les 0,43 Mt de capacité affichée par l'Île-de-France sont en grande partie offertes par les plates-formes qui reçoivent des déchets verts. Le compost issu d'ordures brutes ou résiduelles est appelé, quant à lui, à régresser.

Des éléments pathogènes à tous les stades de la filière

Il est d'usage d'opposer le compostage à l'incinération pour souligner son caractère «écologique» par rapport à un procédé de traitement réputé polluant ou, à tout le moins, nécessitant une épuration – coûteuse – de ses émissions. Si l'incinération rejette effectivement des micropolluants métalliques, organiques et gazeux, le compostage, de par la présence de matière organique et des processus de sa transformation, entraîne la prolifération de micro-organismes tels les bactéries, champignons et autres parasites, responsables de certaines pathologies (voir encadré).

Les risques sanitaires liés au compostage sont associés au produit, le **compost**, et à son **processus de fabrication**.



City of Cambridge Recycling Program, Massachusetts, USA

(1) Qui précise que, à terme, la moitié de la production des déchets, dont l'élimination est de la responsabilité des collectivités, devra être collectée en vue d'une valorisation matière ou organique.

(2) OM brutes = ordures sur lesquelles peu ou pas de collecte sélective des matériaux récupérables a été réalisée.

(3) OM résiduelles = OM brutes, moins l'ensemble des collectes sélectives.

Le compostage en Île-de-France :
existe-t-il un risque sanitaire
pour les Franciliens ?

Le premier peut contenir des micro-organismes et autres polluants susceptibles d'atteindre l'homme par voie directe (inhalation) ou indirecte (consommation alimentaire) après son épandage. Lors de sa fabrication, des poussières ou bio-aérosols contenant des spores de champignons, des bactéries ou des toxines, ainsi que des composés organiques volatils peuvent être libérés et atteindre les travailleurs sur le site et, dans une moindre mesure, les populations riveraines des unités de traitement.

Des micro-organismes présents initialement dans les déchets...

Nombre de microorganismes qu'on rencontre dans les déchets destinés au compostage (déchets verts, ordures ménagères, boues d'épuration, effluents d'élevage) sont pathogènes (cf. tableau). Les **bactéries**, notamment *Escherichia coli*, *Salmonella spp* et *Shigella spp*, provoquent des troubles gastro-intestinaux. Le risque de contamination reste faible, dans la mesure où le dégagement de chaleur (autour de 70°C) qui accompagne le

compostage agit comme un traitement assainissant qui les rend pour la plupart inactives. Certains travaux ont néanmoins fait ressortir la persistance de bactéries au-delà de ces températures. La connaissance du danger que représentent les **virus** et les **parasites** dans les déchets est très limitée : ces organismes n'ont été que très rarement dosés dans le compost ou dans l'air ambiant des sites de compostage et des environs, ce qui n'exclut pas le risque, dans la mesure où certains virus ont la capacité de survivre dans le milieu extérieur, rendant leur transmission à l'homme possible. Quant aux parasites, la taille des œufs (helminthes) et leur poids rendent peu probable une dissémination par voie aérienne.

... d'autres directement liés au processus de fabrication du compost

Lors du compostage, les bactéries initialement présentes dans les déchets sont détruites par la chaleur qui accompagne le processus et sont remplacées par une flore microbienne qui prolifère à des températures comprises entre 45°C et 70°C, parmi laquelle les actinomycètes, les champignons et leurs spores présentent, dans certaines conditions, un risque pour l'homme.

On classe habituellement les **germes pathogènes** en cinq types biologiques : les virus, les bactéries, les protozoaires, les helminthes et les champignons. La plupart d'entre eux n'ont cependant pas d'incidence sanitaire.

Les **virus** sont des organismes infectieux de très petite taille (10-350 nm)¹ qui se reproduisent en infectant un organisme hôte. Les **bactéries**, organismes unicellulaires, ont des dimensions de l'ordre du micromètre. Il en existe plusieurs dizaines de milliers d'espèces, mais seules certaines d'entre elles sont pathogènes. Un **parasite** est un être vivant qui se nourrit aux dépens d'un organisme hôte. Les parasites pouvant être présents dans les boues d'épuration sont les helminthes (vers) et les protozoaires, organismes unicellulaires. Parmi les parasites, on trouve également certains **champignons** dont le pouvoir pathogène est en général faible. Les risques sanitaires liés aux agents biologiques associés au compostage sont peu étudiés. Il convient de souligner que certains traitements permettent un fort abattement de ces agents. Par ailleurs, un certain nombre de conditions doivent être remplies pour qu'une maladie consécutive aux germes pathogènes puisse survenir. Ainsi, leur résistance dans l'environnement est un paramètre déterminant car, pour se transmettre, ils doivent pouvoir persister sur leur support, jusqu'à leur contact avec l'espèce cible. Or, ces organismes sont le plus souvent mal adaptés au milieu extérieur et leur concentration diminue rapidement dans l'environnement.

(1) 1 nanomètre = 1 milliardième de mètre.

Agents pathogènes pouvant avoir des effets sur la santé

Micro-organismes	Type d'agent	Pathologies/toxicité	DMI*
Dans les déchets			
<i>Escherichia coli</i> , <i>Salmonella spp</i> , <i>Shigella spp</i>	Bactérie	Troubles gastro-intestinaux	10 ² -10 ⁶
Lors du compostage et dans le compost			
Actinomycètes	Bactérie filamenteuse	Allergie, rhinite allergique, alvéolite allergique extrinsèque	Pas de seuil DMI établi
<i>Aspergillus</i> , <i>Cladosporium</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Mucor</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Rhizopus</i> et <i>Aspergillus fumigatus</i>	Champignon	Infection, allergie, otite (<i>Aspergillus</i>)	-
Spores	Champignon	Rhinite allergique, asthme, bronchoalvéolite allergique extrinsèque, aspergillose broncho-pulmonaire allergique (<i>Aspergillus</i>)	

*DMI : dose minimale infectante qui correspond à la quantité d'un agent pathogène devant être absorbée pour que des symptômes de maladie se manifestent chez quelques sujets au moins.

Le compostage en Île-de-France :
existe-t-il un risque sanitaire
pour les Franciliens ?

D'autres micro-organismes apparaissent au cours de cette phase du compostage (bactéries et champignons), susceptibles de libérer des toxines et des allergènes. Les **actinomycètes** sont des sortes de bactéries filamenteuses qui agissent plus tardivement dans le processus de compostage. Leurs effets sont essentiellement de nature allergique. Ils sont, par exemple, responsables de rhinites allergiques et de l'alvéolite allergique extrinsèque (AAE). Si la valeur d'un seuil de sensibilisation n'est pas établie, il est fort probable qu'un niveau d'exposition élevé soit nécessaire pour déclencher une sensibilisation avec des manifestations cliniques survenant avec plusieurs semaines ou mois de latence. De nombreuses espèces de **champignons** se retrouvent dans le compost et dans l'air des unités de compostage. Les risques infectieux qu'ils entraînent affectent principalement les personnes immunodéprimées. Les plus importants sont liés à *Aspergillus fumigatus*, pour lequel il n'existe pas de seuil de risque défini. Des cas d'otite externe ont également été décrits dans la littérature pour *Aspergillus*. Quant aux **spores de champignons**, elles sont responsables de rhinites allergiques, d'asthme, de broncho-alvéolite allergique extrinsèque et, pour *Aspergillus*, d'aspergillose broncho-pulmonaire allergique. Bactéries et champignons libèrent des **toxines** lors du compostage, responsables de nombreuses affections, en particulier des endotoxines et des mycotoxines. Les **endotoxines** sont des constituants de la cellule bactérienne et ne sont libérées que lors de la destruction de la bactérie. Il n'existe pas d'informations signalant des effets associés aux endotoxines sur la santé des travailleurs en site de compostage ni sur celle des populations riveraines. Des pathologies qui leur sont attribuées ont cependant été mises en évidence chez les travailleurs du coton.

Les effets sont soit de type inflammatoire (irritation des yeux, de la gorge, du nez, toux sèche), soit de nature asthmatique, caractérisés par une obstruction réversible des voies aériennes ; ils peuvent conduire également au « syndrome toxique de la poussière organique », caractérisé par de la fièvre, des frissons, de la fatigue, des malaises et maux de tête, des douleurs musculaires et articulaires. Une exposition durable aux endotoxines peut entraîner une bronchite chronique, particulièrement chez les atopiques⁴ et les asthmatiques. Les effets inflammatoires apparaissent pour des niveaux d'exposition élevés avec une latence de 4 à 6 heures et une disparition en 24 heures. Les **mycotoxines** sont des toxines naturelles fabriquées par des micro-champignons. Elles sont principalement produites par cinq genres de moisissures : *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Claviceps* et *Alternaria*. Certains de ces champignons se trouvent dans les composts ; la présence des mycotoxines dans le compost et dans l'air ambiant des unités de compostage est donc probable. Cependant, aucune étude menée jusqu'à présent n'a mis en évidence de risques sanitaires chez les travailleurs et la population avoisinante liés à l'exposition aux mycotoxines. Les dangers qui leur sont liés en cas d'ingestion sont assez bien connus. Certaines sont cancérigènes (aflatoxines, ochratoxines), embryotoxiques (aflatoxines), immunotoxiques (fumonisines et trichothécènes, gliotoxines), hépatotoxiques et neurotoxiques. Par voie respiratoire (voie d'exposition privilégiée pour le compost), leurs effets sont moins bien connus.

(4) L'atopie est une réaction inadaptée d'origine héréditaire du système immunitaire face à une exposition à des allergènes environnementaux fréquents. Les symptômes les plus connus sont l'écoulement nasal (rhinite allergique), l'eczéma ou l'asthme.

Des populations plus particulièrement exposées

Les individus susceptibles d'être en contact avec les organismes pathogènes présents dans le compost sont les travailleurs des unités de compostage, les populations résidant aux alentours et principalement sous le vent des installations, les utilisateurs de compost. Les concentrations les plus élevées de bactéries aérobies, de champignons thermophiles surviennent lors d'opérations de brassage du compost qui libèrent des bio-aérosols. Des cas d'irritations oculaires, nasales, auriculaires ou cutanées, des symptômes gastro-entériques, ou encore des atteintes respiratoires en relation avec une exposition aux agents microbiologiques et aux poussières ont été signalés chez les travailleurs. Ces risques peuvent être réduits par des mesures de protection relativement simples telles que l'hygiène corporelle (lavage des mains, douche), le port de vêtements de protection (combinaisons, lunettes et masques) et l'automatisation de certaines tâches.

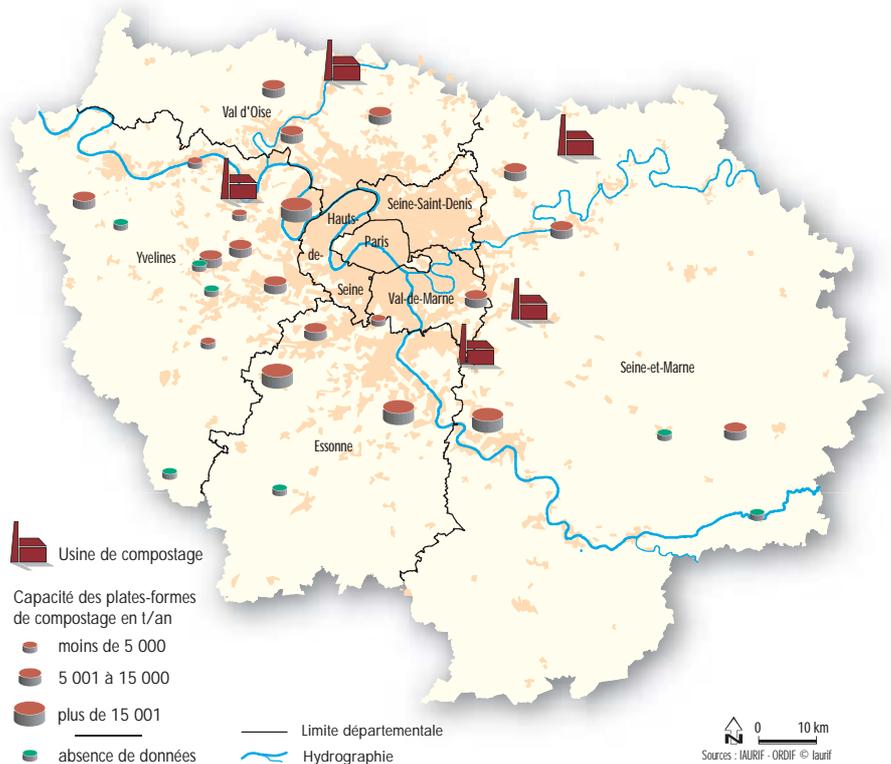
Quels sont les risques sanitaires encourus par les populations riveraines d'unités de compostage ? À quels symptômes seraient-elles exposées ? Peu d'études fournissent des indications sur les concentrations d'agents pathogènes à distance d'installations ; par ailleurs, d'autres sources peuvent être à l'origine de certains agents pathogènes. C'est le cas notamment des spores de champignons, pour lesquelles il existe des sources naturelles, rendant difficile l'interprétation des mesures réalisées à la périphérie des sites de compostage. Il est d'autre part difficile d'extrapoler les

connaissances acquises sur le milieu professionnel à la population générale, dans la mesure où les travailleurs sont des personnes a priori en bonne santé, ayant subi une exposition uniquement au cours de leur activité professionnelle.

Des études épidémiologiques récentes⁵ se sont attachées à comparer la fréquence des maladies et des symptômes médicalement non expliqués chez des populations vivant à proximité de plates-formes de compostage et de populations témoins non exposées. Les symptômes les plus fréquemment observés pendant les deux années qui ont précédé les enquêtes sont les toux nocturnes, les bronchites, des difficultés respiratoires, des douleurs faciales, oculaires, des céphalées, des douleurs dorsales et articulaires. La fréquence de la survenue des symptômes est statistiquement plus élevée chez les populations vivant à moins de 200 m sous le vent des sites de compostage que dans des secteurs situés au-delà de 500 m, ainsi que chez des populations témoins. Une relation a pu être établie entre le nombre élevé de plaintes de riverains et les fortes concentrations de bio-aérosols, de même qu'un lien semble exister entre la durée de résidence et la survenue de certains symptômes et maladies (réveils par toux nocturne, bronchites). De telles affections touchent en particulier les personnes immunodéprimées pour lesquelles le risque est surtout d'ordre allergique. Si les conclusions de ces travaux rejoignent celles des enquêtes réalisées en milieu professionnel, le lien entre compostage et affections n'est pas pour autant établi. Pour être valides, ces résultats devront être confortés par des études épidémiologiques qui prennent en compte des échantillons de population générale plus importants.

(5) Réalisées par l'institut d'hygiène et de médecine environnementale de Giessen, en Allemagne.

Les unités de compostage en Île-de-France en 2005



Existe-t-il un risque sanitaire en Île-de-France ?

Il est difficile de répondre à cette question – comme d'ailleurs à l'ensemble des interrogations que suscite l'impact des nuisances environnementales sur la santé –, dans la mesure où aucune étude épidémiologique n'a été réalisée sur ce risque dans la région. On se limitera à fournir des indications relatives aux unités, à leur importance et à l'environnement dans lequel elles sont situées (notamment par rapport aux concentrations de populations alentour), qui permettront de se forger une idée sur la réalité objective de ce risque.

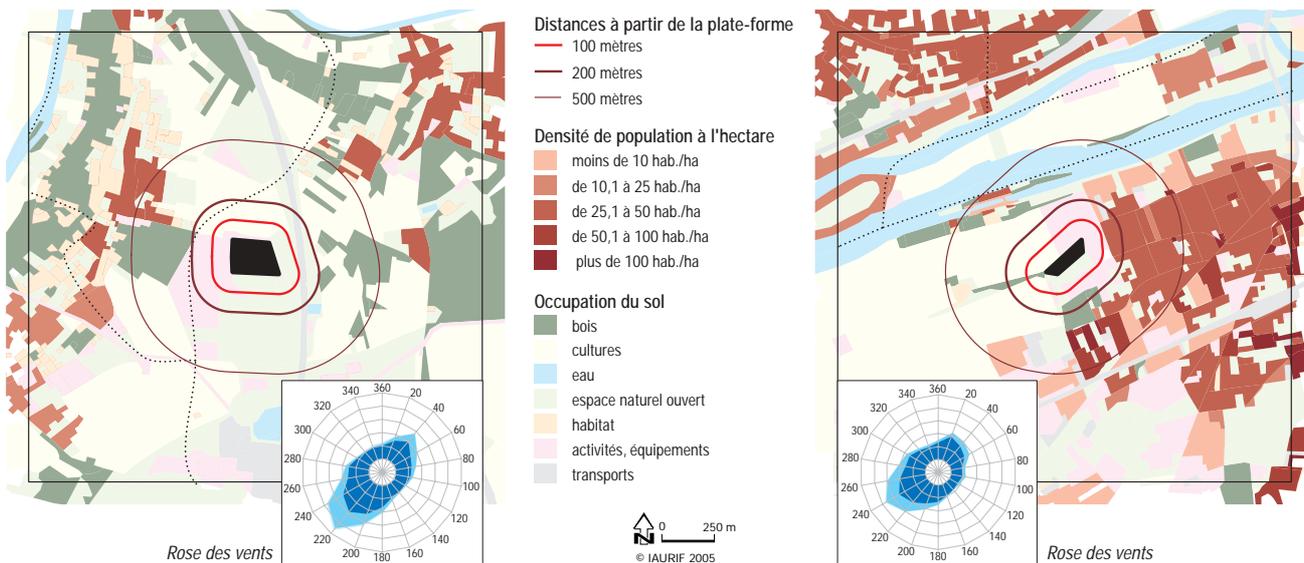
Un type de traitement encore marginal

Ce type de traitement reste encore marginal et concerne essentiellement les déchets verts, réalisé dans des sites nombreux, le plus souvent éloignés des habitations.

L'Île-de-France a vu se réduire ses capacités de compostage des ordures ménagères brutes en usine. En 2002, trois cent cinquante mille tonnes de compost ont été produites (représentant 6 % du traitement des déchets), la majorité à partir d'ordures ménagères brutes ou triées, traitées dans les usines de Saint-Ouen-l'Aumône, Triel-sur-Seine, Montlignon, Monthyon et Ozoir-la-Ferrière. Aujourd'hui, au compostage – accéléré – en usine des ordures ménagères,

Le compostage en Île-de-France :
existe-t-il un risque sanitaire
pour les Franciliens ?

Deux exemples de plates-formes franciliennes et leur environnement



La matérialisation des distances : 100 m, 200 m et 500 m, permet d'apprécier la densité des populations vivant autour des installations. Les roses des vents mesurés à quelques kilomètres des sites indiqueraient, dans les deux cas, une dispersion préférentielle des poussières de la plate-forme en direction du nord-est (en haut à droite). Le régime des vents est un élément à connaître pour déterminer l'impact des rejets atmosphériques d'une installation polluante.

a succédé le compostage – lent – sur plate-forme. Cette évolution contribue à réduire le risque sanitaire, dans la mesure où ces installations reçoivent essentiellement des déchets verts, qui contiennent moins de germes pathogènes que les ordures ménagères. Qu'elles relèvent du régime de la déclaration ou de l'autorisation, ces unités sont des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à des contraintes réglementaires, au regard notamment de la proximité avec les habitations, les équipements publics, les ouvrages d'alimentation en eau, les activités piscicoles et conchylicoles.

La trentaine de plates-formes en activité en Île-de-France en 2005 traitent par compostage lent sur andains des déchets verts des jardins des particuliers ou des espaces publics, totalisant entre 250 000 et 300 000 tonnes de capacité annuelle. Seulement deux sites accueillent également la fraction fermentescible des ordures ménagères, un autre des boues d'épuration. Leur taille est variable mais n'excède pas 2 500 m². Une analyse des sites au regard du mode d'occupation du sol indique que les plates-formes, dans leur ensemble, se positionnent dans un environnement rural peu habité.

Sur vingt-huit sites, quatre se situent à plus de 500 mètres des zones habitées, dix plates-formes sont éloignées de plus de 200 m d'habitations et seize n'en comptent pas dans un rayon de 100 m. Si risque il y a, celui-ci n'affecterait qu'une infime fraction de la population francilienne. En effet, moins de 0,5 % réside dans une zone de 200 m autour des installations. Les plus fortes concentrations – moins de 2 000 personnes – sont comptabilisées dans un rayon de 500 m autour d'une seule plate-forme, sachant que les populations se répartissent exclusivement entre 200 et 500 m de l'installation.

Valeurs limites de micro-organismes à ne pas dépasser dans les composts (NFU-44-051)

Micro-organismes	<i>Salmonella</i>	Coliformes fécaux	Streptocoques fécaux	<i>Clostridium perfringens</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	Nématodes (œufs et larves)
Grandes cultures	Absents de 1 g	1000/g	1000/g	Spores absentes de 1g	<10/g	Absents de 1 g
Légumes et fraises	Absents de 25 g	<100/g	<100/g	idem	idem	Absents de 25g

Le compostage en Île-de-France :
existe-t-il un risque sanitaire
pour les Franciliens ?

Des risques faibles qui ne doivent pas être ignorés pour autant

Activité limitée du compostage, nature du matériau composté (déchets verts), implantation rurale des sites de traitement, autant d'éléments qui concourent à minimiser les risques de contamination biologique pour la population francilienne, dans la mesure où l'action des micro-organismes transportés par voie aérienne se réduirait, selon les études, au-delà des premiers deux cents mètres autour des installations. En conséquence, des règles de précaution permettraient de limiter les risques autour des futures installations : bannir leur implantation en milieu urbain/suburbain ; tenir compte de la climatologie de manière à limiter le transport aérien des poussières par les vents dominants vers les populations avoisinantes des sites ; minimiser l'envol desdites poussières lors du transport des déchets et leur manutention (brassage

et retournement) sur les sites. Seuls seraient susceptibles d'être atteints les travailleurs des sites, pour lesquels des mesures de prévention contribueraient à réduire le risque (contrôle de la qualité des déchets à composter, traitement de l'air en usine et dans les engins sur les plates-formes, port de masque, règles d'hygiène élémentaires, etc.).

Le stockage et l'utilisation du produit fini par les usagers (le compost) sont susceptibles de véhiculer ces mêmes micro-organismes. L'exposition peut se faire directement, par inhalation et/ou contact cutané, ou indirectement par consommation d'aliments souillés. Dans le premier cas, les mêmes précautions d'utilisation doivent être prises pour réduire les risques sanitaires ; dans le deuxième cas, un strict respect des normes d'homologation du compost en vigueur contribuera à limiter la contamination.

Pour en savoir plus :

Étude bibliographique sur l'évaluation des risques liés aux bioaérosols générés par le compostage des déchets. Synthèse des résultats. Contrat ADEME/CAREPS n° 0075038, février 2002.

L'ensemble des études épidémiologiques réalisées en 2003 et 2004 par Caroline Herr et son équipe, de l'Institut d'hygiène et de médecine environnementale de Giessen (Allemagne).

Desportes I., Benoît-Guillot J.L., Zmiron D., «Hazard to man and environment posed by the use of urban waste compost: a review», *Science of the total Environment*, 1995.

Textes et lois

Loi n° 79-595 du 13 juillet 1979 relative à l'organisation du contrôle des matières fertilisantes et des supports de cultures (JO du 14 juillet 1979).

Loi n° 92-646 du 13 juillet 1992 relative à l'élimination des déchets (JO du 14 juillet 1992).