

FEVRIER 2018

ODEURS ÉMANANT D'UN CENTRE DE COMPOSTAGE

Odeurs émanant d'un centre de compostage

Questions centrales : Un groupe de citoyens s'est plaint d'odeurs putrides émanant quotidiennement d'un centre de compostage suburbain. Nous avons communiqué avec l'agence de santé locale afin d'obtenir des renseignements permettant de répondre aux questions suivantes :

- 1) Quels types de contaminants peuvent être libérés dans l'air par les centres de compostage?
- 2) D'où viennent les odeurs associées au compostage?
- 3) L'exposition aux émissions des centres de compostage a-t-elle des répercussions sur la santé des résidents vivant à proximité?
- 4) Comment peut-on réduire au minimum les odeurs émises par les centres de compostage?

Contexte

Le compostage comprend la collecte et le traitement des déchets organiques municipaux solides, comme les matières végétales (p. ex., feuilles et résidus de jardinage), les déchets alimentaires et le poisson¹. En 2013, 41 % des ménages canadiens avaient accès à des programmes de collecte en bordure de rue des déchets organiques alimentaires et végétaux en vue d'un compostage commercial². Le compostage résidentiel réduit la quantité de déchets envoyés dans les sites d'enfouissement, mais aussi l'émission de gaz à effet de serre par les matières organiques en décomposition dans ces sites².

Le compostage est une méthode de gestion des déchets faisant appel à la dégradation et à la stabilisation biologiques des matières organiques dans des conditions aérobies³. L'utilisation



Crédit photo : lechatnoir, Getty Images Plus (E+ collection)

de températures élevées et la présence d'oxygène favorisent la croissance optimale d'une flore microbienne thermophile qui dégrade les matières organiques. Le compostage ouvert traditionnel nécessite le retournement périodique des andains (piles de matières biodégradables disposées en longues rangées), généralement réalisé au moyen d'un camion à chargement frontal. On peut également faire du compostage ouvert à l'aide de piles statiques parcourues par des tuyaux qui fournissent ou retirent de l'air au besoin. La nouvelle méthode de compostage, plus évoluée, consiste à envoyer les matières organiques dans un contenant fermé, comme un grand tambour ou un silo. Dans cette méthode, seules les dernières étapes de maturation, où l'activité biologique ralentit, se font en milieu ouvert⁴.

On trouve des centres de compostage commerciaux dans toutes les provinces et tous les territoires du Canada. En 2016, le pays en comptait environ 350⁵. Il n'est pas rare que les résidents

Préparée par :

Helen Ward, Centre de collaboration nationale en santé environnementale
Michele Wiens, Centre de collaboration nationale en santé environnementale

Avertissement : L'information présentée ici vise à répondre à des questions précises liées à un problème de santé environnementale; elle n'est pas le fruit d'une revue exhaustive des données probantes et n'a pas fait l'objet d'une évaluation par les pairs. En outre, elle ne remplace pas les directives et les règlements fédéraux, provinciaux ou locaux, ni les conseils d'un professionnel de la santé (le cas échéant).



National Collaborating Centre
for Environmental Health

Centre de collaboration nationale
en santé environnementale

se plaignent des odeurs émanant de ces centres. Un bulletin d'information du domaine⁵ a d'ailleurs dit que « les odeurs demeurent une épine au pied de l'industrie ». Les municipalités où les résidents ont formulé des plaintes comprennent notamment Ladysmith (île de Vancouver, Colombie-Britannique), Richmond (Colombie-Britannique), Strathmore (Alberta), Winnipeg (Manitoba), South London (Ontario) et Sydney (Nouvelle-Écosse).

Méthodologie

Nous avons mené une revue rapide de la littérature pour en extraire des articles traitant des effets potentiels des odeurs et des contaminants émis par les centres de compostage organique sur la santé, de la perception de ces odeurs et contaminants, de la gêne qu'ils occasionnent et de leur mesure. Nous avons interrogé les bases de données EBSCOhost (MEDLINE, CINAHL, PsycINFO, Biomedical Reference Collection, Academic Search Complete), Ovid (Science Direct d'Elsevier, Evidence based Medicine Reviews, SAGE journals, Cochrane Database of Systematic Reviews) et Google Scholar (livres, chapitres de livres, vieux articles, articles de revues non indexées dans les grandes bases de données).

Les recherches ont été menées à l'aide des mots-clés suivants : (odor [odeur] OR odour OR smell) AND (compost [compost] OR organics [matière organique] OR anaerobic digest* [digestion anaérobie]) AND (health [santé] OR illness [maladie] OR annoy* [gêne] OR irritat* [irrit*] OR somatic [somatique] OR sensory [sensor*]).

Pour être inclus, les articles devaient avoir été publiés en 2000 ou après, être de langue anglaise et faire état de travaux menés chez l'humain. Ont été exclues les études portant sur la santé des travailleurs de l'industrie du compostage. Des recherches ont été menées sur Internet au moyen de Google pour obtenir des articles pertinents publiés avant 2000 et des documents informatifs, y compris des documents canadiens de santé publique sur les exigences relatives aux centres de compostage.

Résultats

1) QUELS TYPES DE CONTAMINANTS PEUVENT ÊTRE LIBÉRÉS DANS L'AIR PAR LES CENTRES DE COMPOSTAGE?

Le processus de décomposition aérobie est caractérisé par l'émission atmosphérique de bioaérosols et de composés organiques volatils (COV) microbiens, particulièrement lors du brassage du compost visant à en défaire les mottes⁴.

Les bioaérosols sont des microorganismes (p. ex., bactéries, notamment les actinomycètes à Gram positif, champignons, com-

me les moisissures, virus, algues et pollen) ou des biomolécules (p. ex., endotoxines venant de la membrane externe des bactéries à Gram négatif et bêta-glucanes venant de la membrane cellulaire des champignons)⁴. La concentration et la composition des bioaérosols venant d'un site de compostage dépendent des caractéristiques des microorganismes, de la taille du centre et de la technologie employée ainsi que des vents dominants³. Les bioaérosols libérés dans l'air retournaient à leur niveau naturel (mesuré en amont) à une distance de 100 m à 1 400 m des centres de compostage³. Les actinomycètes thermophiles (bactéries à Gram positif), par exemple, n'étaient pas détectés en amont d'un centre de compostage, mais étaient présents à des concentrations perceptibles aussi loin qu'à 550 m en aval⁶. Le taux atmosphérique de bactéries à Gram négatif était plus élevé à 400 m en aval qu'à 100 m en amont (équivalent au niveau naturel) d'un centre de traitement des déchets verts, tandis que le taux d'endotoxine demeurait plus élevé jusqu'à 100 m en aval⁷.

Les COV sont des produits chimiques émis pendant le processus de dégradation aérobie par les résidus de plantes et les microorganismes comme les champignons et les bactéries. La corrélation entre les concentrations de bioaérosols et de COV microbiens est très faible⁸. Les émissions des centres de compostage peuvent comprendre des COV de diverses catégories : aromatiques, composés sulfurés (mercaptans et sulfures organiques), aldéhydes, alcools, amines (ammoniac), acides gras volatils, terpènes, cétones, benzène, toluène et éthylbenzène^{9,10}. Les COV les plus fréquemment retrouvés dans les échantillons d'un centre de compostage étaient l'acide acétique, l'acétone, le limonène, les dérivés du benzène, l'hexane, les pinènes, le toluène, le naphthalène et le xylène. Une autre étude a détecté la présence de 74 composés dans l'air ambiant d'un centre de compostage, où l'alcool éthylique était le plus important de tous⁹. En outre, des taux de terpènes (pinène, limonène et camphène) microbiens excédant 100 ng/m³ ont été mesurés à 800 m en aval de deux centres de compostage commerciaux¹¹.

Les composés libérés dépendent de la composition du compost, mais également du type de compostage effectué. L'utilisation de piles statiques aérées a donné lieu à des taux plus bas d'ammoniac (72 %), d'acide formique (57 %) et d'acide acétique (11 %) que des andains situés à proximité¹².

2) D'OÙ VIENNENT LES ODEURS ASSOCIÉES AU COMPOSTAGE?

La perception des odeurs est un processus physiologique au cours duquel les molécules odorantes inhalées sont détectées par un ou plusieurs du millier de types de cellules réceptrices de l'épithélium olfactif de la cavité nasale. Les neurones de l'épithélium olfactif « traduisent » le message chimique en impulsions nerveuses, puis envoient ces impulsions au cortex piriforme

du cervelet, qui contribue à la détermination de l'intensité des odeurs. L'information est ensuite transmise dans diverses régions cérébrales, dont l'amygdale, qui fait la distinction entre les odeurs agréables et désagréables. La perception consciente des odeurs a lieu dans le cortex orbitofrontal¹³.

Les odeurs se distinguent par leur seuil de détection (quantité nécessaire pour qu'elles soient détectées), leur intensité, leur qualité hédonique (agréable ou désagréable), leur seuil de discrimination (quantité nécessaire pour que deux odeurs puissent être distinguées), leur qualité odorante (type d'odeur, p. ex., florale ou boisée) et leur seuil de reconnaissance (quantité à laquelle la qualité d'une odeur peut être reconnue)¹⁴. La perception des odeurs est également influencée par l'expérience personnelle, l'attitude, les attentes et l'adaptation d'une personne¹¹.

Les odeurs peuvent provoquer une gêne, c'est-à-dire un sentiment de mécontentement associé à un agent ou à une situation, qui a un effet négatif réel ou perçu sur une personne ou un groupe¹⁵. Un sondage mené auprès de résidents habitant à proximité de centres de traitement des déchets a révélé que la gêne occasionnée par les odeurs était liée à leur fréquence, à leur intensité et à leur qualité hédonique, les odeurs neutres et désagréables étant plus susceptibles de causer des désagréments¹⁶. Quatre-vingts pour cent des résidents vivant dans à moins de 500 m en aval d'un centre allemand de compostage ont déclaré être gênés par les odeurs, que dix pour cent ont qualifiées de « dégoûtantes »¹⁷.

Les odeurs des centres de compostage viennent habituellement des principales activités de traitement des déchets, pendant lesquelles des émissions peuvent s'échapper des contenants et des systèmes d'aération, ou des piles de compost ouvert actif. Les autres sources d'odeurs peuvent comprendre le transport des déchets en camion, le chargement ou le brassage des matières, l'entreposage des déchets en attente de traitement, ainsi que la manipulation, le tri et l'entreposage des matières¹⁸.

On considère que les COV microbiens sont la principale source des odeurs émises par les centres de compostage, car bon nombre d'entre eux se sentent à des concentrations extrêmement faibles – inférieures à celles nocives pour la santé humaine¹⁶. Parmi les odeurs associées à certains types de COV, mentionnons les odeurs d'œufs et de choux pourris (composés sulfurés réduits), de vinaigre (acides gras volatils), de poisson (ammoniac), de dissolvant pour vernis à ongles (cétones) ainsi que l'odeur désagréable prononcée des aldéhydes¹⁸. Le retournement des piles de compost pour leur traitement biologique aérobie entraîne d'importantes émissions d'odeurs et de COV; celles-ci varient selon le type de manipulations et la durée, ainsi que selon la température et l'humidité¹⁹. Par exemple, l'activité microbienne pendant la dégradation des matières organiques augmente la

température du compost, ce qui s'accompagne de la libération de quantités importantes de composés odorants.

Il a été montré que le taux de certains COV mesuré près de centres de compostage correspondait aux odeurs perçues par des personnes formées pour mener des évaluations olfactives¹¹. Cette méthode de détection d'odeurs couramment utilisée fait appel à des évaluateurs qualifiés, qui sentent des échantillons d'air de moins en moins dilués jusqu'à ce qu'ils détectent une odeur. L'odeur du compost était reconnaissable à 800 m en aval des centres de compostage. À cette distance, les terpènes (pinène, limonène, camphène) étaient les COV les plus abondants¹¹. On pense également que d'autres COV odorants connus, comme le 2-méthyl-1-butanol, la 2-heptanone et le diméthyl-disulfure, joueraient un rôle dans l'odeur caractéristique du compost, même lorsque leur concentration n'est pas détectable.

3) L'EXPOSITION AUX ÉMISSIONS DES CENTRES DE COMPOSTAGE A-T-ELLE DES RÉPERCUSSIONS SUR LA SANTÉ DES RÉSIDENTS VIVANT À PROXIMITÉ?

L'exposition aux COV peut provoquer des réactions toxicologiques aiguës, comme des réactions inflammatoires ou immunologiques, et irriter les yeux, le nez ou la gorge¹⁶. Or, les concentrations de COV microbiens mesurées à proximité des centres de compostage sont inférieures à celles qui semblent causer des symptômes d'intoxication ou d'irritation sensorielle. Bien que certains de ces composés soient odorants, même à de très faibles concentrations, ils ne sont pas considérés comme étant la cause principale des symptômes présentés par les résidents qui vivent près des centres de compostage¹¹. Il pourrait toutefois y avoir des interactions entre les différents types de COV et d'autres polluants non odorants, comme les particules en suspension, qui contribueraient à la survenue des symptômes²⁰.

On sait que l'exposition chronique à des taux élevés de bioaérosols a des répercussions sur la santé respiratoire. Les effets potentiels sur la santé comprennent l'asthme allergique, la rhinite, la pneumopathie d'hypersensibilité, la bronchopneumopathie chronique obstructive, le syndrome toxique dû aux poussières organiques, ainsi que l'irritation oculaire et cutanée⁴. Une étude expérimentale sur les endotoxines atmosphériques près des sites de compostage a révélé un lien entre le taux d'endotoxines mesuré et la libération de cytokines par les cellules humaines, ce qui laisse croire que les effets sur la santé découleraient d'infections, de la réponse immunitaire ou de l'inflammation²¹.

Des données probantes épidémiologiques ont établi un lien entre l'exposition aux émissions de compost et les plaintes de symptômes des résidents, mais ces données ne sont pas uniformes, comme en témoigne le tableau 1.

Tableau 1. Études examinant les effets des émissions du compost sur la santé des résidents

Endroit et étude	Mesure des odeurs	Symptômes dont le risque est accru
Finlande – Centres de traitement des déchets comprenant des installations de compostage ¹⁶	Moins de 1,5 km des centres c. 3 à 5 km	Toux/mucosité, irritation/congestion nasale, voix enrouée/toux sèche, fièvre/frissons
	Odeurs perçues c. aucune odeur	Voix enrouée/toux sèche, maux de tête, diarrhée
	Gêne causée par les odeurs c. aucune gêne	Essoufflement inhabituel, irritation oculaire, gorge sèche, maux de dents, fatigue inhabituelle, fièvre/frissons, douleur articulaire ou musculaire
Allemagne – Grand site de compostage ⁶	Moins de 200 m, taux le plus élevé de bioaérosols (plus de 105 UFC/m ³) c. taux près du niveau naturel	Essoufflement (à l'effort et au repos), bronchite, toux (à l'éveil ou au lever/pendant le jour), douleur oculaire, diarrhée, fatigue excessive, frissons
	Gêne causée par les odeurs c. aucune gêne	Picotements des yeux, douleurs cuisantes aux yeux, troubles articulaires, plaintes musculaires

Une récente étude transversale finlandaise¹⁶ a révélé que les résidents qui habitaient à moins de 1,5 km de centres de traitement des déchets comprenant des installations de compostage couraient un risque accru de présenter certains symptômes. Des mesures antérieures avaient toutefois montré que le taux de bioaérosols revenait à un niveau quasi naturel à moins de 600 m des centres; comme presque tous les résidents habitaient à plus de 600 m, il était peu probable que l'exposition aux bioaérosols soit la cause de leurs symptômes. Les auteurs ont donc conclu que ceux-ci étaient principalement attribuables à la gêne causée par les odeurs plutôt qu'aux odeurs elles-mêmes¹⁶. Une étude transversale allemande basée sur un questionnaire et menée auprès de résidents d'une petite ville vivant très près (moins de 500 m) d'un grand site de compostage a amélioré l'évaluation de l'exposition en mesurant la pollution atmosphérique en bioaérosols (actinomycètes thermophiles, champignons, moisissures et concentration totale de bactéries atmosphériques par mètre cube)⁶. L'air des résidences situées de 150 m à 320 m des sites de compostage contenait de 100 à 1 000 fois plus de micro-organismes que les niveaux naturels. La gêne causée par les odeurs a été associée à quelques symptômes généraux, mais il était difficile de calculer des ratios d'incidence approchés fiables en raison du grand nombre de plaignants (80 %).

Il convient de signaler que les études transversales (modèle des deux études susmentionnées) comportent un risque de biais de signalement et de sélection des participants en cas d'utilisation de questionnaires, et que l'interprétation du lien de causalité peut être limitée (l'exposition précède-t-elle les symptômes, ou est-ce les symptômes qui influencent la perception des odeurs et la gêne causée par ces dernières?)⁴.

Donnant suite à des préoccupations liées à l'exposition aux bioaérosols, une étude récemment menée en Angleterre chez

les résidents habitant dans un rayon de 2 500 m d'un centre de compostage s'est penchée sur les hospitalisations attribuables à des maladies respiratoires au lieu d'utiliser un questionnaire sur les symptômes²². L'étude a révélé que la population vivant le plus près des centres, de 250 m à 750 m, ne courait pas de risque accru d'hospitalisation pour cause de trouble respiratoire, d'infection respiratoire, d'asthme ou de maladie pulmonaire obstructive chronique. Les auteurs ont souligné que l'étude avait des limites, comme le nombre très restreint de personnes vivant à 250 m ou moins d'un centre de compostage, où la concentration des bioaérosols risque le plus d'excéder celle recommandée par les lignes directrices de l'agence environnementale britannique. En outre, l'étude n'était pas conçue pour tenir compte de problèmes de santé respiratoire mineurs, comme la toux ou la bronchite²².

La littérature limitée laisse penser que l'exposition aux bioaérosols pourrait être associée à des symptômes respiratoires et à des symptômes d'irritation, mais uniquement chez les résidents vivant très près (environ 250 m) de certains centres de compostage. Le faible taux de COV peut contribuer aux odeurs, mais n'a pas d'effet direct sur les symptômes. Les plaintes liées aux symptômes découleraient plutôt des aspects psychosociaux de la gêne causée par les odeurs.

4) COMMENT PEUT-ON RÉDUIRE AU MINIMUM LES ODEURS ÉMISES PAR LES CENTRES DE COMPOSTAGE?

Il n'y a actuellement aucun règlement fédéral régissant l'émission d'odeurs par les installations industrielles, y compris les centres de compostage. La plupart des provinces et quelques municipalités se sont dotées de règlements et de lignes directrices visant les centres de gestion des déchets et les centres de compostage. L'emplacement du centre est un important facteur à prendre en considération. Au Canada, les centres de compostage doivent

généralement se trouver à 300 m ou plus des résidences permanentes, des hôtels, des restaurants, des écoles, des églises et des parcs publics¹. L'Alberta, par exemple, a une norme provinciale qui comprend un plan d'intervention visant à réduire le plus possible ou à enrayer les odeurs agressantes, notamment par le retrait ou l'élimination de la source, le confinement ou la maîtrise de l'odorant, l'installation ou la modification d'équipement, ou l'amélioration des infrastructures des centres de compostage. D'autres renseignements sur les interventions visant la maîtrise des odeurs sont donnés dans un rapport de Metro Vancouver¹⁸. Les pratiques exemplaires comprennent l'évaluation de l'emplacement des centres pour les mettre le plus loin possible des endroits publics, l'interdiction d'envoyer certains types de déchets et de produits de viande aux centres de compostage, le fait de limiter le compostage ouvert aux résidus de jardinage, et le fait de veiller à ce que les aires de traitements soient fermées.

D'un point de vue politique, les systèmes de compostage fermés ont pour avantage de réduire les odeurs émises pendant les premières étapes du processus de compostage, où elles sont le plus fortes²⁴. En outre, ces systèmes économiques et faciles d'entretien peuvent être dotés de biofiltres et d'épurateurs, ce qui permet de réduire le plus possible les odeurs²⁴. Lorsqu'ils sont bien conçus et adéquatement utilisés, les biofiltres peuvent réduire de plus de 90 % les odeurs des centres de compostage¹. L'efficacité de ces dispositifs a d'ailleurs été prouvée dans un centre de compostage, où leur installation a été suivie d'une diminution progressive des émissions de COV⁹. Il est toutefois possible que des odeurs s'échappent malgré la présence de biofiltres. Des terpènes, par exemple, ont été détectés dans l'air rejeté par

des centres de compostage dotés de systèmes de biofiltration, et du diméthyl-disulfure, connu pour sa mauvaise odeur, a été détecté à la sortie du biofiltre d'un centre¹⁹.

Résumé

Les centres de compostage reçoivent les matières organiques à la place des sites d'enfouissement, ce qui en fait un élément essentiel de la gestion durable des déchets. Cependant, les résidents habitant près des centres de compostage commercial se plaignent souvent des odeurs émises et peuvent présenter des symptômes que l'on croit associés à l'exposition aux émissions des centres. Les odeurs découlant de la biodégradation sont attribuables aux composés organiques volatils, présents en concentration trop faible pour provoquer des symptômes physiques. Certains résidents vivant à proximité des centres (généralement à moins de 250 m) peuvent toutefois être à risque de symptômes respiratoires découlant de l'exposition aux bioaérosols. La gêne causée par les odeurs peut également entraîner des symptômes. Pour réduire les odeurs associées aux centres de compostage commerciaux, il peut être efficace d'éloigner les centres et de se servir de systèmes fermés dotés de biofiltres.

D'autres études sont nécessaires pour déterminer le type et la quantité des odorants émis pendant les divers processus du compostage commercial, selon le type de déchet organique traité et les pratiques utilisées, et pour définir la meilleure façon d'atténuer les odeurs. Une bonne maîtrise des odeurs émises par les centres de compostage commerciaux nécessitera l'élaboration et l'application d'un plan de gestion des odeurs, la surveillance de celles-ci et la participation de la communauté.

Remerciements

Les auteures souhaitent remercier M. Ray Robb, de Metro Vancouver, et Mme Karen Bartlett, de l'École de santé publique et de santé des populations de l'Université de la Colombie-Britannique, pour leur examen des documents, ainsi que les M^{mes} Aroha Miller et Lydia Ma, du CCNSE, pour leurs précieux commentaires.

References

1. Environment Canada. Technical document on municipal solid waste organics processing. Section 8: Facility siting. Ottawa, ON: Environment Canada; 2013. Available from: https://www.ec.gc.ca/gdd-mw/3E8CF6C7-F214-4BA2-A1A3-163978EE9D6E/13-047-ID-458-PDF_accessible_ANG_R2-reduced%20size.pdf.
2. Mustapha I. Composting by households in Canada. Ottawa, ON: Statistics Canada, Environment Accounts and Statistics Division; 2013 Jul. Available from: <http://www.statcan.gc.ca/pub/16-002-x/2013001/article/11848-eng.pdf>.
3. Wéry N. Bioaerosols from composting facilities—a review. *Front Cell Infect Microbiol*. 2014;4:42. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3983499/>.
4. Pearson C, Littlewood E, Douglas P, Robertson S, Gant TW, Hansell AL. Exposures and health outcomes in relation to bioaerosol emissions from composting facilities: a systematic review of occupational and community studies. *J Toxicol Environ Health B Crit Rev*. 2015;18(1):43-69. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25825807>.
5. van der Werf P, Cant M. Composting in Canada. *Waste Management World*. 2017 Mar. Available from: <https://waste-management-world.com/a/composting-in-canada>.

6. Herr CE, Zur Nieden A, Jankofsky M, Stilianakis NI, Boedeker RH, Eikmann TF. Effects of bioaerosol polluted outdoor air on airways of residents: a cross sectional study. *Occup Environ Med*. 2003 May;60(5):336-42. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12709518>.
7. Pankhurst LJ, Deacon LJ, Liu J, Drew GH, Hayes ET, Jackson S, et al. Spatial variations in airborne microorganism and endotoxin concentrations at green waste composting facilities. *Int J Hyg Environ Health*. 2011 Sep;214(5):376-83. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21737345>.
8. Persoons R, Parat S, Stoklov M, Perdrix A, Maitre A. Critical working tasks and determinants of exposure to bioaerosols and MVOC at composting facilities. *Int J Hyg Environ Health*. 2010 Sep;213(5):338-47. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20619730>.
9. Mustafa MF, Liu Y, Duan Z, Guo H, Xu S, Wang H, et al. Volatile compounds emission and health risk assessment during composting of organic fraction of municipal solid waste. *J Hazard Mater*. 2017 Apr 05;327:35-43. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28038430>.
10. Ma J, Wilson K, Zhao Q, Yorgey G, Frear C. Odor in commercial scale compost: literature review and critical analysis. Olympia, WA: Washington State Department of Ecology and Washington State University; 2013 Oct. Available from: <https://fortress.wa.gov/ecy/publications/documents/1307066.pdf>.
11. Muller T, Thissen R, Braun S, Dott W, Fischer G. (M)VOC and composting facilities. Part 2: (M)VOC dispersal in the environment. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2004;11(3):152-7. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15259697>.
12. Rosenfeld P, Grey M, Sellev P. Measurement of biosolids compost odor emissions from a windrow, static pile, and biofilter. *Water Environ Res*. 2004 Jul-Aug;76(4):310-5. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15508421>.
13. Soudry Y, Lemogne C, Malinvaud D, Consoli SM, Bonfils P. Olfactory system and emotion: common substrates. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis*. 2011 Jan;128(1):18-23. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21227767>.
14. Government of Alberta. Odours and human health. environmental public health. Edmonton, AB: Alberta Health, Public Health and Compliance Division, Health Protection Branch; 2017 Feb. Available from: <http://open.alberta.ca/dataset/04b23f8e-ee1-48bb-b69c-2625ab6a2a08/resource/b87aeb58-f1f7-4c70-a07e-6440f0b1d613/download/Odours-and-Human-Health-2017-FINAL.pdf>.
15. Lindvall T, Radford E. Measurement of annoyance due to exposure to environmental factors. The fourth Karolinska Institute Symposium on Environmental Health. *Environ Res*. 1973 Mar;6(1):1-36. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4745369>.
16. Aatamila M, Verkasalo PK, Korhonen MJ, Suominen AL, Hirvonen MR, Viluksela MK, et al. Odour annoyance and physical symptoms among residents living near waste treatment centres. *Environ Res*. 2011 Jan;111(1):164-70. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21130986>.
17. Herr CE, zur Nieden A, Bodeker RH, Gieler U, Eikmann TF. Ranking and frequency of somatic symptoms in residents near composting sites with odor annoyance. *Int J Hyg Environ Health*. 2003 Jan;206(1):61-4. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12621904>.
18. Fichtner K, Morrison Hershfield Ltd. Final report. Best odour management practices at composting facilities. Metro Vancouver. Burnaby, BC: Prepared for: Terry Fulton, Metro Vancouver by Morrison Hershfield Ltd; 2017 Aug. Available from: http://www.metrovancouver.org/services/solid-waste/SolidWastePublications/Composting_Best_Practices_Study_Final_Report.pdf.
19. Muller T, Thissen R, Braun S, Dott W, Fischer G. (M)VOC and composting facilities. Part 1: (M)VOC emissions from municipal biowaste and plant refuse. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2004;11(2):91-7. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15108856>.
20. Schiffman SS, Williams CM. Science of odor as a potential health issue. *J Environ Qual*. 2005 Jan-Feb;34(1):129-38. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15647542>.
21. Liu J, Pankhurst LJ, Deacon LJ, Abate W, Hayes ET, Drew GH, et al. Evaluation of inflammatory effects of airborne endotoxin emitted from composting sources. *Environ Toxicol Chem*. 2011 Mar;30(3):602-6. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21154847>.
22. Douglas P, Bakolis I, Fecht D, Pearson C, Leal Sanchez M, Kinnersley R, et al. Respiratory hospital admission risk near large composting facilities. *Int J Hyg Environ Health*. 2016 Jul;219(4-5):372-9. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27061055>.
23. Alberta Environment. Standards composting facilities. Edmonton, AB: Alberta Environment, Environmental Assurance, Environmental Policy Branch; 2007 Jul. Available from: <http://aep.alberta.ca/waste/waste-management-facilities/documents/StandardsCompostingFacilitiesAlberta-2007.pdf>.
24. Gutierrez MC, Siles JA, Diz J, Chica AF, Martin MA. Modelling of composting process of different organic waste at pilot scale: Biodegradability and odor emissions. *Waste Manag*. 2017 Jan;59:48-58. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X16305499>.

Crédit photo supérieur : Grahamphoto 23, Getty Images Plus

Le présent document a été produit en février 2018 par le Centre de collaboration nationale en santé environnementale, basé au Centre de contrôle des maladies de la Colombie-Britannique. Il est permis de reproduire le présent document en entier seulement. La production de ce document a été rendue possible grâce à une contribution financière provenant de l'Agence de la santé publique du Canada par l'intermédiaire du Centre de collaboration nationale en santé environnementale.



National Collaborating Centre
for Environmental Health

Centre de collaboration nationale
en santé environnementale

© Centre de collaboration nationale en santé environnementale, 2018 ISBN: 978-1-988234-24-3
200-601 West Broadway, Vancouver (Colombie-Britannique) V5Z 4C2
Tel: 604-829-2551 | Fax: 604-829-2556
contact@ccnse.ca | www.ccnse.ca