



HAL
open science

Les conditions de travail dans les installations de compostage et de méthanisation

Isabelle Zdanevitch

► **To cite this version:**

Isabelle Zdanevitch. Les conditions de travail dans les installations de compostage et de méthanisation. Colloque national ADEME "Prévention et gestion des déchets dans les territoires", Jun 2011, Nantes, France. pp.NC. ineris-00973620

HAL Id: ineris-00973620

<https://ineris.hal.science/ineris-00973620>

Submitted on 4 Apr 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Les conditions de travail dans les installations de compostage et de méthanisation

Isabelle ZDANEVITCH
INERIS, Responsable de projets
BP2 – 60550 Verneuil-en-Halatte
Tél : 03 44 55 63 90 - Fax : 03 44 55 65 56 - isabelle.zdanevitch@ineris.fr

Introduction

Le compostage (dégradation aérobie de déchets organiques) existe en France depuis de nombreuses années. Auparavant, les installations de compostage étaient souvent de simples plateformes peu ou pas couvertes (pour les déchets verts notamment). Cependant, l'évolution de la réglementation (arrêté « compostage » du 22 avril 2008) a imposé des critères de surveillance et de réduction des émissions odorantes et de leurs impacts. Cela a conduit à confiner certaines installations, avec parallèlement un risque de dégradation des conditions de travail pour les personnels de ces sites.

Par ailleurs, dans le cadre du Grenelle de l'Environnement et de la réduction de l'enfouissement des matières fermentescibles, les traitements biologiques, incluant le traitement anaérobie des déchets (méthanisation), se développent rapidement. Il n'existe pas de norme concernant le devenir du digestat ; il conserve un statut juridique de « déchet » valorisable en agriculture uniquement dans le cadre d'un plan d'épandage. Pour échapper à cette procédure contraignante, les installations de méthanisation choisissent généralement de post-composter le digestat, pour le transformer en compost répondant si possible à la norme Afnor NFU 44-051 (révisée en avril 2006). Les installations de traitement biologique des déchets organiques ont donc presque toutes une zone de compostage (sur site ou hors site). Cependant, les nuisances olfactives liées à certaines installations existantes (qu'elles soient réputées conformes à leur arrêté préfectoral d'autorisation d'exploiter ou non conformes) posent des problèmes en termes d'acceptation par les riverains de nouvelles installations. La tendance est donc de confiner la totalité de l'installation pour respecter l'arrêté du 22/04/08 et limiter les plaintes des riverains. Cela implique de prendre en compte dès la conception des installations la gestion des différents flux de matières et des émissions des procédés, tout en garantissant des conditions de travail préservant la santé des opérateurs (dimensionnement adapté des systèmes de ventilation, sans oublier au niveau de l'exploitation, la formation du personnel...).

Les principaux risques professionnels liés au fonctionnement et au confinement de ces installations sont décrits ci-après. Il ne s'agit pas de les décrire de façon exhaustive, mais de montrer comment leur prise en compte dès la phase de conception peut permettre de mieux les maîtriser.

1. Les installations de compostage ou de méthanisation

Le compostage est la biodégradation des matières organiques en présence d'air. Ce procédé comporte deux phases principales :

- la première phase, dite active, présente une forte activité microbienne, ce qui correspond à une élévation de température importante (jusqu'à 70°C) ; lors de cette phase, une grande partie des micro-organismes pathogènes sont détruits ;
- la deuxième phase, de maturation correspond à des températures plus basses et des moindres consommations d'oxygène.

Le compostage émet des quantités importantes de vapeur d'eau, de gaz carbonique, d'ammoniac et des composés issus des micro-organismes (bio-aérosols), de façon plus importante lors de la première phase. Les phases de manipulation (retournement...) émettent en plus des poussières.

La phase de compostage peut être réalisée dans différents types d'installations, plus ou moins complexes et confinées :

- sous hangar ouvert, avec aération du compost par retournement (au chargeur ou au retourneur-enjambeur) ou par insufflation d'air,
- sous hangar fermé avec insufflation ou aspiration d'air à travers le compost, retournement au chargeur ou au retourneur automatique, récupération et traitement de l'air insufflé ou aspiré,
- en tunnels avec alimentation au chargeur ou automatique, avec récupération et traitement de l'air du tunnel.

Certaines installations de traitement aérobie ne visent pas à produire un compost valorisable mais à diminuer la quantité de déchets à enfouir, tout en réduisant la fraction organique fermentescible. Ces installations sont conçues comme des installations de compostage et présentent les mêmes risques (voir un exemple ci-dessous en Figure 1).



Figure 1 : stabilisation aérobie en hangar fermé, boxes, aération forcée du compost

La méthanisation est la biodégradation des matières organiques en absence d'oxygène, donc en réacteur. Cette dégradation produit des quantités importantes de biogaz, constitué de méthane (jusqu'à 60 % v/v), gaz carbonique (20 à 40 % v/v), de vapeur d'eau et de composés en traces (composés soufrés, composés organiques volatils...)

La méthanisation est réalisée dans des réacteurs étanches et isolés, le but étant de récupérer le maximum de biogaz possible. La rentabilité de l'installation ainsi que les risques d'explosion ou d'intoxication en cas de fuite font que les dispositifs de production et de valorisation du biogaz sont nécessairement confinés. En revanche, les zones de préparation des matières entrant dans le digesteur, et les dispositifs de récupération, de transport et de traitement du digestat peuvent poser des problèmes en termes d'exposition des travailleurs ou des riverains aux odeurs, mais aussi aux poussières, aux gaz et aux micro-organismes. De plus, pour pouvoir être valorisé en agriculture, le digestat subit généralement une phase de compostage caractérisé. Les risques rencontrés lors de cette phase sont à peu près les mêmes que pour un compostage simple sans méthanisation préalable.

Quelle que soit l'installation (compostage – méthanisation), les risques devraient être pris en compte au niveau de la conception de l'usine pour éviter des modifications ultérieures de procédés, qui peuvent être très coûteuses.

2. Les risques.

2.1. Les types de risque :

Des troubles respiratoires (infectieux et non infectieux) ont été décrits dès les années 1990 chez des travailleurs du secteur du compostage ; les risques microbiologiques ont été étudiés lors de plusieurs études, recensées par Arfi et Morcet (2007), et par l'INRS (2010). Les risques chimiques sont un peu moins documentés.

- **Le risque biologique** est représenté par des micro-organismes mais aussi par des composés chimiques issus de ces organismes (endotoxines, allergènes...), présents dans l'air sous forme de bioaérosols.

Lavoie (1997) cite la présence de bactéries Gram négatives et d'endotoxines émises par ces bactéries, ces dernières étant susceptibles de provoquer une irritation des muqueuses ou des problèmes gastro-intestinaux et respiratoires. Le Dr Delaunay (1997) fait une différence entre :

- les micro-organismes présents dans les déchets à leur entrée (des entéro-pathogènes : bactéries, virus...) présentant un risque infectieux mais susceptibles de disparaître au cours du compostage,
- les micro-organismes qui se développent lors du traitement biologique (bactéries mésophiles et thermophiles, moisissures tels les *Aspergillus*...) qui présentent, par eux-mêmes ou par la génération d'endotoxines ou de spores, un risque principalement non infectieux par des mécanismes immunoallergiques, irritatifs ou cytotoxiques.

- **Le risque chimique**

L'INRS a publié en 2010 une étude réalisée sur une dizaine de sites de compostage en France (dont un site de compostage de digestat de méthanisation). Les composés auxquels les salariés sont exposés sont principalement l'ammoniac et les poussières. Les poussières peuvent contenir des HAP¹ et des métaux mais en concentrations faibles, voire négligeables, les principaux étant le fer et l'aluminium. Un cas de concentration relativement élevée en monoxyde de carbone (16 ppm), probablement lié aux émissions des moteurs thermiques du site, a également été reporté. Des concentrations élevées en gaz carbonique peuvent être rencontrées. Elles ne sont généralement pas dangereuses en elles-mêmes mais font baisser le niveau d'oxygène dans les lieux clos. Enfin, des composés azotés sont cités (Lavoie, 1997).

Certaines installations présentent en plus des dangers d'explosion liés au méthane, et d'intoxication à l'hydrogène sulfuré : il s'agit des installations de méthanisation en premier lieu, mais également d'installations de compostage insuffisamment aérées, surtout lorsque les déchets traités comportent une forte proportion de composés soufrés (comme les boues de STEP ou les algues vertes : INERIS, 2010).

- **Le bruit** peut être important lors des opérations de broyage, criblage, chargement/retournement ; une partie de ces opérations peut être automatisée (à prévoir lors de la conception).
- **L'humidité** est inhérente à l'activité ; elle est liée à **la chaleur**. Ces risques peuvent être réduits par une aération correcte des locaux et/ou le compostage en box ou tunnels fermés sans intervention humaine.
- **Les vibrations** sont un risque pour les conducteurs des engins ; ils sont normalement limités dans les engins récents (sièges suspendus...)
- **Les odeurs** ne présentent pas de risque sanitaire en elles-mêmes, mais dans ce type d'activité elles sont souvent liées à des composés chimiques toxiques (cas des composés soufrés, de l'ammoniac)... Elles constituent en outre une gêne en soi, correspondant à une dégradation des conditions de travail. Il est donc important de maîtriser les émissions d'odeurs vis-à-vis des riverains, mais aussi des salariés du site. Il faut noter que l'intensité des odeurs est généralement corrélée positivement à la concentration, mais que certains gaz, l'hydrogène sulfuré par exemple, peuvent devenir inodores au-delà d'une certaine concentration. Certains gaz toxiques sont toujours inodores. L'absence d'odeurs ne signifie donc pas l'absence de danger.

2.2. **Les zones de risques**

Les différentes opérations constituant un traitement (mécano-)biologique de déchets présentent des risques variables pour les travailleurs, selon la nature de l'opération et le degré d'automatisation. Les mesures préventives devront donc être étudiées étape par étape :

- La réception des déchets (fosse ou dalle, grappin...) : cette zone est très favorable à la prolifération microbienne et aux émissions d'odeurs.
- Le broyage : cette étape est une source importante de poussières, dont certaines minérales.
- Le tri des déchets : selon le procédé il est plus ou moins poussé (ou absent : cas de la réception de déchets issus de la collecte sélective). Il peut être automatique ou manuel : les risques sont moindres dans le premier cas (odeurs principalement).
- Le chargement des déchets dans la zone de traitement (compostage actif pour le traitement aérobie, digesteur pour la méthanisation).
- Le traitement biologique, qui a souvent lieu en milieu confiné ; c'est le cas pour la méthanisation mais pas toujours pour le compostage.
- Le retournement des matières lors de la première phase, ou le changement de zone (passage à l'affinage, ou compostage dans le cas de la méthanisation) sont des activités générant beaucoup de poussières et de vapeurs (humidité, gaz, bioaérosols...).
- Le stockage du compost mûr.

Selon les installations, l'importance des différents risques peut varier. Cependant, pour toutes les installations (ou parties d'installations) confinées, le traitement de l'air est primordial. Il doit être correctement dimensionné par le concepteur de l'installation. Certaines activités nécessitent une intervention humaine (réparation des machines, nettoyage...) : là aussi, le risque d'inhalation de particules et de gaz est réel et doit être pris en compte le plus tôt possible.

¹ Hydrocarbures Polycycliques Aromatiques



Figure 2 : compostage en boîtes fermées, aération forcée du compost
(photo prise peu après l'ouverture du box)

3. La prévention des risques pour les travailleurs

La prévention des risques dans la filière du traitement biologique des déchets doit se faire à plusieurs niveaux, depuis la conception de l'installation jusqu'à sa conduite, des protections collectives à la protection individuelle des travailleurs.

Au niveau de la conception de l'installation, par exemple :

- La zone de réception des déchets devrait pouvoir être nettoyée facilement et régulièrement, de même que les zones de manipulation.
- En cas de tri des déchets en entrée, il devrait être automatisé au maximum ; dans ce cas, les éléments du process devraient être capotés pour limiter les émissions de gaz et d'odeurs.
- Les halles de tri, de compostage, de stockage du compost mûr, lorsqu'elles sont fermées, doivent être correctement ventilées. L'air doit être traité avant d'être rejeté à l'extérieur.
- Plus les quantités de matières gérées sont importantes, plus la manipulation devrait être automatisée (commandée depuis l'extérieur), les interventions sur zone du personnel étant limitées à l'entretien du matériel ou à la solution de pannes. Ainsi, pour le compostage, les tunnels avec chargement automatique sont préférables. A défaut, le compostage peut être réalisé en boîtes sous hangar clos, avec aération forcée du compost, mais cela implique la protection systématique du personnel. L'aération par aspiration permet d'améliorer la qualité de l'air au-dessus du compost par rapport au soufflage, mais les buses sont plus susceptibles de se boucher.
- Les paramètres indiquant l'avancement du procédé sont à suivre : au minimum, la température, idéalement l'oxygène mais les sondes sont plus fragiles et ce paramètre ne peut pas toujours être suivi.
- Afin de limiter le risque de formation d'une atmosphère explosive (par mélange d'air au méthane), un inertage (par exemple, par injection d'azote, suivi de l'aération à l'air pur) doit être prévu avant intervention sur les digesteurs.

Au niveau de la conduite de l'installation :

- Les déchets devraient être traités au fur et à mesure de leur réception, soit le jour même.
- Les différentes zones de l'installation devraient pouvoir être nettoyées facilement (par aspiration, lavage à l'eau... Eviter le nettoyage à l'air comprimé qui disperse les poussières).
- Si le tri est manuel, il ne devrait pas porter sur la fraction organique ; les matières devraient arriver en couche mince ; les tâches devraient être variées et la rotation des postes envisagée (ergonomie, diminution des répétitions et des expositions)
- L'exposition peut être importante à l'intérieur des chargeuses, si la cabine est ouverte, mais également dans les cabines fermées avec filtration de l'air : si le système de filtration est généralement efficace contre les poussières, il est souvent inactif vis-à-vis des vapeurs comme l'ammoniac (INRS, 2010).
- L'inertage du digesteur de méthanisation doit être réalisé avant toute intervention pour éviter la formation d'atmosphère explosive (et pas, comme il existe sur certains procédés à l'étranger, en injectant du gaz d'échappement) ; l'inertage doit être suivi d'une alimentation en air frais afin d'éviter l'asphyxie des intervenants (origine de plusieurs accidents dans des enceintes de traitement sous atmosphère inerte)

- Le personnel devrait être isolé des matières en fermentation (retourneur-enjambeur automatique, à défaut chargeuses à cabines fermées et filtrées) et les interventions limitées à l'entretien et aux réparations,
- Au niveau de l'organisation des postes, les rotations de personnels pourraient être adaptées avec l'aide de la CARSAT² ou de l'INRS³. Sur certains postes, le temps de travail ou d'intervention devrait être limité et contrôlé (a minima prévenir de toute présence sur une zone à risques), même avec l'utilisation d'équipements de protection individuels.

Au niveau de la protection du personnel : il est de la responsabilité de l'employeur de suivre les prescriptions réglementaires en termes d'hygiène du travail (les informations sont disponibles auprès des CARSAT, de l'INRS, voire de l'ANSES⁴...). En particulier, l'employeur doit élaborer le document unique d'évaluation des risques pour la Santé et la Sécurité des Travailleurs, qui comporte :

- l'identification des dangers propres à l'installation,
- la liste des postes de travail,
- le bilan d'évaluation des risques pour le site,
- le bilan d'évaluation des risques pour chaque poste.

Le personnel doit recevoir une formation spécifique aux questions d'hygiène et de sécurité. L'employeur doit lui fournir les équipements de protection obligatoire (vêtements, chaussures de sécurité, gilet haute visibilité), et en supplément, selon les zones dangereuse, les EPI (gants, lunettes, masque anti-poussière ou masque à gaz, casque, casque antibruit, détecteurs, talkie-walkie... ; la liste étant non exhaustive) : voir en Figure 3 un exemple de visuel recensant les équipements à mettre à disposition. Enfin, il doit faire l'objet d'une surveillance médicale particulière.

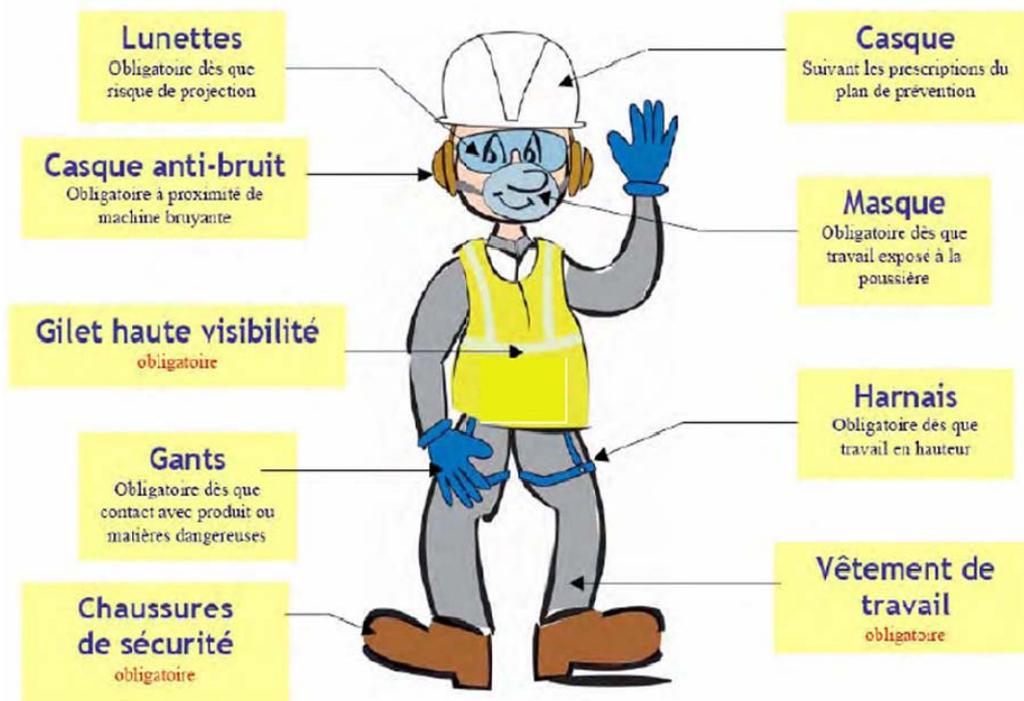


Figure 3 : exemple de visuel recensant les équipements obligatoires et optionnels (selon les cas) dans le secteur du traitement des déchets (in Arfi, Morcet, 2007)

² Caisse d'Assurance Retraite et de la Santé au Travail

³ Institut National de Recherche et de Sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles

⁴ Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

Conclusions

Les risques sont à prendre en compte dès la conception du projet, car ils induisent les choix technologiques et donc les investissements. Il convient de mettre en place une véritable gestion de la sécurité intégrée dans les sites.

Les éléments de protection seront à prendre en compte par le concepteur (C) ou l'employeur (E) selon le cas. Par exemple :

- Adapter le poste de travail (C+E) et le temps de travail (E) à la pénibilité et à la répétabilité des tâches,
- Former le personnel (E), lui fournir en tous temps les protections adaptées (EPI : E mais aussi protections collectives au niveau des zones du process : C)
- Assurer le suivi du personnel en termes de santé, y compris dans le temps (E),
- Maintenir les locaux propres : E (action facilitée si elle a été prévue dès la conception : C).

Parmi l'ensemble des risques, ceux liés à une exposition prolongée à des atmosphères difficiles se sont récemment accrus avec le confinement des ateliers de fermentation qu'impliquent les nouvelles limites réglementaires pour les nuisances odorantes vis-à-vis des riverains des installations de méthanisation/compostage de déchets. Il paraît maintenant souhaitable de repenser l'organisation de ces ateliers pour y limiter les interventions humaines.

Références

- ARFI C., MORCET M. (2007) : « La gestion des risques sanitaires liés au compostage – la point de vue de l'exploitant ». Journée technique ASTEE-AFSSA : « Qualité, risques, impacts sanitaires et environnementaux des traitements biologiques des déchets », 23 novembre, Maisons Alfort
- DELAUNAY N. (1997) : « Santé et sécurité du travail dans le compostage des déchets domestiques : caractéristiques à considérer ». Thèse réalisée au CHU de Grenoble, synthèse disponible à l'AST 67 (Alsace Santé au Travail) : <http://www.ast67.org/PDF/compostage.pdf>
- DELORAINÉ A. (2002) : « Etude bibliographique sur l'évaluation des risques liés aux bioaérosols générés par le compostage des déchets. Synthèse des résultats ». Etude CAREPS ADEME n° 0075038, 13 p.
- FNADE (en cours) : GT de rédaction du guide CCTG (cahier des clauses techniques générales applicables aux marchés publics de travaux, fascicule yy, construction d'installations de méthanisation et/ou de compostage de déchets ménagers et autres déchets non dangereux)
- INERIS (2010) : « Algues vertes - Description des phénomènes et procédés et enjeux de maîtrise des risques ». Rapport DRC-10-113094-05297A, 11/06/2010
- INRS (2010) : « Approche des risques chimiques et microbiologiques dans le secteur du compostage ». Hygiène et sécurité du travail, n° 221, 4° trim. 2010, p 3-16 (ND 2336-221-10)
- LAVOIE J. (1997) : « Santé et sécurité du travail dans le compostage des déchets domestiques: caractéristiques à considérer ». Info-labo, 3 septembre 1997 (Canada)
- LAVOIE J., GILBERT D. (1997) : « Le compostage des déchets domestiques ». Fiche technique n° 9, www.apsam.com/publication/fiche/FT9.pdf
- STAGG S., BOWRY A., KELSEY A., CROOK B. (2010) : « Bioaerosol emissions from waste composting and the potential for workers' exposure ». HSE, research report 786, 120 p.