

Filière des biodéchets alimentaires

Risques et prévention

ED 6473

L'Institut national de recherche et de sécurité (INRS)

pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles est une association loi 1901, créée en 1947 sous l'égide de la Caisse nationale d'assurance maladie, administrée par un Conseil paritaire (employeurs et salariés).

De l'acquisition de connaissances jusqu'à leur diffusion, en passant par leur transformation en solutions pratiques, l'Institut met à profit ses ressources pluridisciplinaires pour diffuser une culture de prévention dans les entreprises et proposer des outils adaptés à la diversité des risques professionnels à tous ceux qui, en entreprise, sont chargés de la prévention : chef d'entreprise, services de santé au travail, instances représentatives du personnel, salariés... Toutes les publications de l'INRS sont disponibles en téléchargement sur le site de l'INRS : www.inrs.fr

Les caisses d'assurance retraite et de la santé au travail (Carsat), la caisse régionale d'assurance maladie d'Île-de-France (Cramif) et les caisses générales de sécurité sociale (CGSS) de l'Assurance maladie - Risques professionnels, disposent, pour participer à la diminution des risques professionnels dans leur région, d'un service Prévention composé notamment d'ingénieurs-conseils et de contrôleurs de sécurité. Spécifiquement formés aux disciplines de la prévention des risques professionnels et s'appuyant sur l'expérience quotidienne de l'entreprise, ces professionnels sont en mesure de conseiller et, sous certaines conditions, de soutenir les acteurs de l'entreprise (direction, médecin du travail, instances représentatives du personnel, etc.) dans la mise en œuvre des démarches et outils de prévention les mieux adaptés à chaque situation. Les caisses assurent aussi la diffusion des publications éditées par l'INRS auprès des entreprises.

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'INRS, de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite. Il en est de même pour la traduction, l'adaptation ou la transformation, l'arrangement ou la reproduction, par un art ou un procédé quelconque (article L. 122-4 du code de la propriété intellectuelle). La violation des droits d'auteur constitue une contrefaçon punie d'un emprisonnement de trois ans et d'une amende de 300 000 € (article L. 335-2 et suivants du code de la propriété intellectuelle).

© INRS, 2022.

Édition : Nadia Luzeaux (INRS)

Conception graphique : Julie&Gilles

Mise en pages : Valérie Latchague Causse

Illustrations : Jean-André Deledda

Démarche de prévention

Secteurs | Métiers | Activités | Situations de travail

Filière des biodéchets alimentaires

Risques et prévention

ED 6473 |
Avril 2022

Brochure INRS élaborée par C. David, P. Dirrenberger, A. Romero-Hariot (INRS), des représentants des services prévention des Caisses régionales de l'Assurance maladie et différents acteurs de la filière de valorisation des biodéchets :

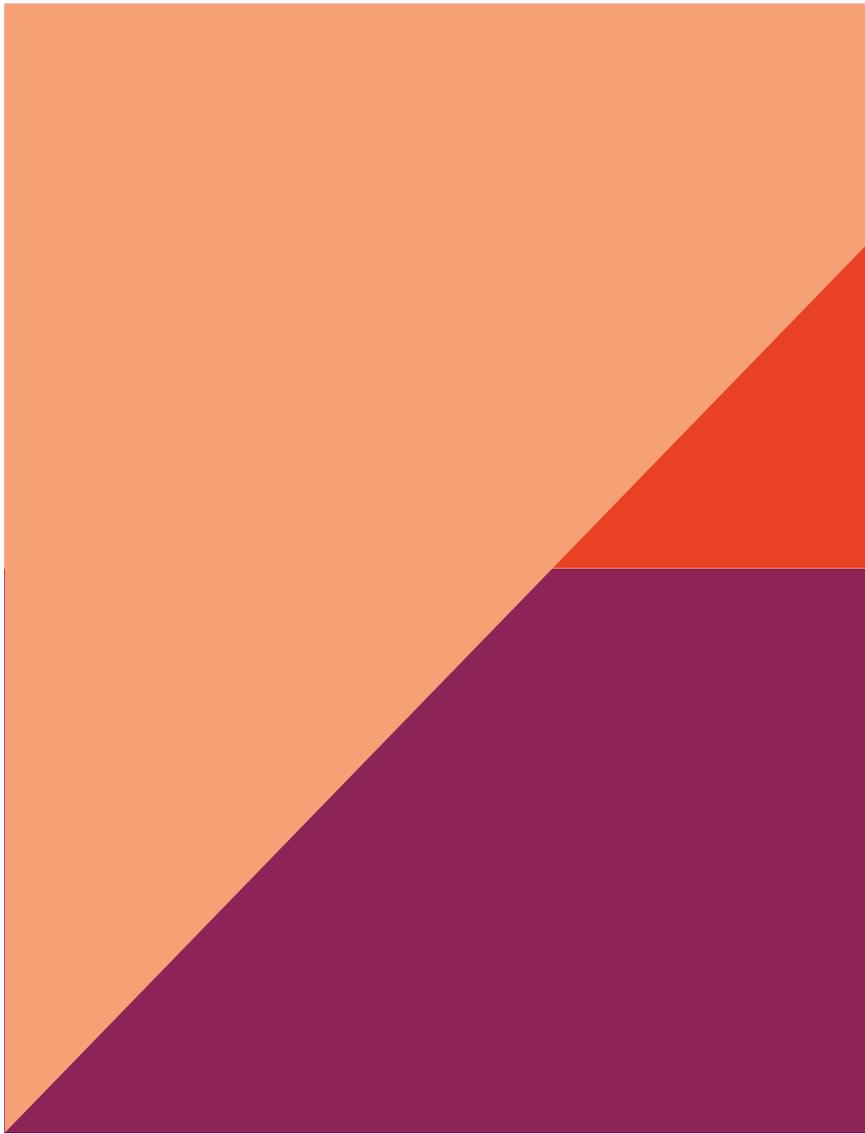
E. Adler, Rispo
E. Bocquin, Compostplus
O. Chopitel, Pizzorno
C. Daffix, Carsat Auvergne
H. Delepaut, Carsat Nord-Picardie
I. Deportes, Ademe
B. Facon, Cramif
F. Germany, Bionerval
V. Renevot, Cramif
C. Rivière, Amorce
C. Pinet, Fnade

Des remerciements sont adressés aux experts INRS qui ont été consultés en cours de rédaction : François-Xavier Artarit, Séverine Demasy, Thierry Hanotel, Laurent Kerangueven, Joseph Ratsimiha, Benoît Sallé, Jennifer Shettle et Éric Veretout.

Sommaire

1	La filière des biodéchets	7
1.1.	Biodéchets	7
1.2.	Acteurs de la filière	8
1.3.	Risques liés aux biodéchets	8
2	Les producteurs de biodéchets	10
2.1.	Réduction de la production de biodéchets	10
2.1.1.	Les déchets des points de vente	10
2.1.2.	Les déchets de cuisine et de table	11
2.1.3.	Les déchets des industries agroalimentaires	11
2.2.	Tri à la source	11
2.2.1.	Les déchets des points de vente	11
2.2.2.	Les déchets de cuisine et de table	12
2.2.3.	Les déchets des industries agroalimentaires	13
2.3.	Conditionnement des biodéchets	14
2.3.1.	Les conteneurs de biodéchets	14
2.3.2.	Les installations mécaniques	18
2.4.	Locaux d'entreposage	21
2.4.1.	Les locaux réfrigérés	21
2.4.2.	Les locaux non réfrigérés	21
2.5.	Déconditionnement	22
3	Les collecteurs de biodéchets	23
3.1.	Camions avec hayon élévateur	25
3.2.	Camions-bennes à ordures ménagères	26
3.3.	Camions multibennes	27
3.4.	Camions munis d'une grue de chargement	28
3.5.	Camions hydrocureurs	29
3.6.	Camions-citernes	30

4	Les centres de valorisation de biodéchets	31
4.1.	Déchargement des biodéchets	32
4.1.1.	Les camions avec hayon élévateur	33
4.1.2.	Les camions-bennes à ordures ménagères	34
4.1.3.	Les camions multibennes et camions munis de grue de chargement	35
4.1.4.	Les camions hydrocureurs	35
4.1.5.	Les camions-citernes	36
4.2.	Déconditionnement des biodéchets	36
4.3.	Nettoyage des conteneurs et des camions	38
4.3.1.	Les conteneurs	40
4.3.2.	Les camions	40
Annexe		43
	Principaux risques et mesures de prévention de la filière de valorisation des biodéchets	43
Références		46



Introduction

Ce document s'adresse aux responsables d'entreprises, aux collectivités et aux acteurs de la prévention des risques intervenant dans la filière des biodéchets. Il précise les risques rencontrés chez les producteurs, les collecteurs et les centres de valorisation (méthanisation et compostage, jusqu'à l'étape de déconditionnement) et décrit des mesures de prévention à mettre en œuvre pour limiter ces risques.

Sont abordés les risques spécifiques aux biodéchets alimentaires ainsi que les risques inhérents à l'activité de la filière (manutention, routier...).

■ Sigles utilisés dans le document

BOM	: camion-benne à ordures ménagères.
DCT	: déchets de cuisine et de table.
PAV	: point d'apport volontaire.
PIRL	: plateforme individuelle roulante légère.
SPAn	: sous-produits animaux.
TMS	: trouble musculosquelettique.
UVC	: unité de vente conditionnée.



1. La filière des biodéchets

1.1. Biodéchets

Les biodéchets sont réglementairement définis comme « les déchets non dangereux biodégradables de jardin ou de parc, les déchets alimentaires ou de cuisine provenant des ménages, des bureaux, des restaurants, du commerce de gros, des cantines, des traiteurs ou des magasins de vente au détail, ainsi que les déchets comparables provenant des usines de transformation de denrées alimentaires » (article L 541-1-1 du code de l'environnement).

Les biodéchets doivent être triés à la source et valorisés biologiquement de manière à favoriser le retour au sol par méthanisation ou compostage (article L 541-21-1 du code de l'environnement).

Ces filières des biodéchets peuvent également être suivies par d'autres déchets spécifiques, tels que les sous-produits animaux (SPAn) de catégorie 3, sous réserve de l'agrément sanitaire de l'installation de valorisation (voir encadré 1).

Tous les producteurs d'au moins 10 tonnes/an de biodéchets ou au moins 60 L/an d'huile alimentaire doivent répondre à ces obligations. Celles-ci s'appliqueront, à compter du 1^{er} janvier 2023, aux personnes qui produisent ou détiennent plus de 5 tonnes de biodéchets par an, et au plus tard le 31 décembre 2023, à tous les producteurs ou détenteurs de biodéchets, y compris les collectivités territoriales dans le cadre du service public de gestion des déchets et les établissements privés et publics qui génèrent des biodéchets (article

Encadré 1

Les sous-produits animaux

Les sous-produits animaux (SPAn) sont classés en trois catégories, selon le danger sanitaire qu'ils représentent (articles 8 à 10 du règlement CE 1069/2009) :

- Les SPAn 1 : comprennent notamment les cadavres d'animaux entiers ou en partie, les matières à risques spécifiés, les déchets de cuisine et de table provenant des transports internationaux.
- Les SPAn 2 : comprennent notamment les parties d'animaux impropres à la consommation humaine et les excréta des animaux.
- Les SPAn 3 : comprennent notamment les parties d'animaux propres à la consommation humaine et les déchets de cuisine et de table.

Des agréments spécifiques sont nécessaires pour l'élimination des SPAn1 et pour le transport et la valorisation des SPAn 2 et 3.

L 541-21-1 du code de l'environnement). Les collectivités territoriales sont donc également impactées et doivent définir des solutions techniques de compostage de proximité (individuel ou partagé) ou de collecte séparée des biodéchets.

1.2. Acteurs de la filière

La filière de traitement des biodéchets comprend trois acteurs principaux :

- Les producteurs de biodéchets : il s'agit des ménages et des entreprises, dont les plus grandes productrices se trouvent dans les secteurs du commerce et de la distribution alimentaire, suivis par les marchés de gros et forains, la restauration puis l'industrie agroalimentaire [1].
- Les collecteurs : le service public (régie directe ou prestataire) collecte les biodéchets des ménages et peut également collecter les biodéchets assimilables produits par certaines activités économiques [2]. S'ajoutent des transporteurs spécialisés qui prennent en charge les biodéchets des entreprises.
- Les centres ou unité de valorisation : la valorisation des biodéchets se fait principalement dans les centres de compostage ou de méthanisation qui doivent adapter leur technologie à ce nouveau gisement.

1.3. Risques liés aux biodéchets

La matière organique présente dans les biodéchets constitue une source de nourriture très riche pour les micro-organismes, qui s'y multiplient d'autant plus vite que leur environnement est humide et chaud, tout en produisant de la chaleur. Il a ainsi été observé, dans les poubelles de déchets organiques des ménages, que la température augmente (jusqu'à 35-40 °C) proportionnellement au nombre de micro-organismes [3]. Ce nombre varie de façon saisonnière, avec un niveau plus élevé en été [4]. Parmi cette population de micro-organismes, les bactéries sont majoritairement représentées ; viennent ensuite

les moisissures, puis les levures, peu nombreuses. Une très grande diversité de micro-organismes, fluctuant dans le temps, peut ainsi être identifiée, entre autres :

- Des bactéries provenant des aliments sains (*Lactobacillus*, *Lactococcus*...).
- Des bactéries pathogènes, présentes dans l'environnement, chez l'homme ou dans des aliments contaminés : les genres *Bacillus* (le plus représenté dans les biodéchets), *Salmonella*, *Shigella*, *Campylobacter*, *Klebsiella* et *Pseudomona*... [5]. Certaines de ces bactéries pathogènes peuvent par exemple entraîner des infections des plaies par contact cutané ou des troubles digestifs par ingestion, en l'absence de règles d'hygiène.

De plus, certaines bactéries (dites Gram négatif) peuvent libérer des endotoxines qui provoquent, en cas d'exposition massive par inhalation, un syndrome toxique des poussières organiques (ODTS) dont la guérison est rapide et sans séquelle. Cependant, une exposition prolongée peut conduire à des bronchites à répétition puis évoluer sous la forme d'une bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO).

- Des moisissures, du genre *Penicillium*, *Aspergillus* et *Fusarium*, pouvant causer par inhalation des irritations des voies respiratoires ou des allergies.
- Des parasites comme *Fasciola hepatica*, *Taenia saginata* ou encore *Toxoplasma gondii* [5].

Peuvent également se retrouver des bactéries provenant d'animaux attirés par les biodéchets, comme par exemple la bactérie *Leptospira* présente dans l'urine des rongeurs, qui peut entraîner par contact avec les muqueuses ou la peau lésée, une maladie allant du syndrome pseudo-grippal à une atteinte multiviscérale.

De façon générale, les salariés de la filière peuvent être exposés aux micro-organismes par :

- contact cutané : les micro-organismes peuvent infecter des plaies ou pénétrer à travers de petites coupures présentes sur la peau ;
- contact avec les muqueuses : en portant les mains contaminées aux yeux, au nez ou à la bouche, ou lors de projections vers le visage ;
- ingestion : en portant à la bouche les mains, gants ou objets contaminés ;
- inhalation : en respirant des gouttelettes ou bioaérosols produits lors de l'agitation des biodéchets.

En dégradant les déchets, les micro-organismes produisent des gaz (notamment responsables de la mauvaise odeur caractéristique) qui diffèrent selon la nature des déchets, le genre des micro-organismes présents et le niveau de dégradation des déchets. Parmi les nombreux gaz émis, il est possible de trouver notamment [6] :

- L'ammoniac (NH_3) : une exposition aiguë entraîne des brûlures cutanées au niveau des zones découvertes et une sévère irritation des muqueuses respiratoires, oculaires et digestives. Une détresse respiratoire aiguë et un œdème pulmonaire sont possibles en cas de forte exposition. En cas d'exposition répétée, une atteinte de la fonction respiratoire ne peut être exclue [7].
- Le dioxyde de carbone (CO_2) : à partir d'une certaine concentration, l'inhalation provoque des difficultés respiratoires, des palpitations, des céphalées et des sensations vertigineuses. En cas de forte exposition, des troubles neurologiques et cardiovasculaires graves (perte de connaissance, coma, convulsions, etc.) surviennent et peuvent conduire au décès [8].
- Le sulfure d'hydrogène (H_2S) : provoque différents effets selon le niveau d'exposition, allant de l'irritation des muqueuses oculaire et respiratoire jusqu'aux troubles neurologiques et la mort. Lors d'exposition chronique, l'inhalation d' H_2S entraîne des signes d'irritation oculaire, des bronchites, des troubles digestifs et neurologiques non spécifiques plus ou moins sévères [9].
- Le méthane (CH_4) : à forte concentration, le méthane provoque l'asphyxie du fait de l'abaissement du taux d'oxygène [10]. Le méthane est susceptible de s'enflammer en présence d'une source d'énergie et d'un comburant (l'oxygène de l'air), voire d'exploser dans certaines conditions [11].

Selon leur nature, les biodéchets peuvent également émettre des vapeurs d'alcools, de cétones ou d'aldéhydes. D'une façon générale, ces substances sont irritantes pour les muqueuses oculaires et respiratoires, et toxiques pour le système nerveux (sommolence, vertiges), en cas de forte exposition. Divers troubles neurologiques non spécifiques (céphalées, fatigue, diminution des capacités de concentration et de la vigilance, troubles de la mémoire, etc.) peuvent survenir en cas d'expositions chroniques à des niveaux élevés. L'ensemble de ces gaz et vapeurs peut générer

une atmosphère appauvrie en oxygène ou un risque d'explosion dans des locaux mal ventilés.

Par ailleurs, les odeurs dégagées par les aliments et les micro-organismes attirent des insectes comme des guêpes (risques de piqûres pour les salariés), ou encore des mouches (leurs œufs évoluent en larves en une dizaine d'heures) et des cafards, dont la présence va à l'encontre des mesures d'hygiène alimentaire exigées chez les professionnels. La présence de pontes ou larves de mouches, la putréfaction et la liquéfaction sont des critères qui entraînent le déclassement des SPAn 3 en SPAn 2, qui suivent une filière d'élimination générant des coûts supplémentaires pour les producteurs.

Les biodéchets attirent également les oiseaux et les mammifères tels que les rongeurs, les chats, etc. Ces animaux peuvent être une source supplémentaire de contamination et peuvent disperser les biodéchets, contribuant ainsi à souiller l'environnement proche.

Ce document explore la filière des biodéchets, afin d'analyser les risques professionnels associés et proposer des mesures de prévention adaptées, en se concentrant sur les biodéchets alimentaires, les déchets verts, les huiles et les graisses alimentaires disposant déjà de procédés de collecte et de traitement spécifiques. Un résumé des principaux risques et des mesures de prévention à mettre en place est proposé en annexe 1.



2. Les producteurs de biodéchets

Le producteur est responsable de ses biodéchets, depuis leur production jusqu'à leur valorisation.

Il lui est demandé de repérer les opérations générant des biodéchets afin de :

- les réduire,
- les trier à la source,
- les conditionner,
- les entreposer en vue de leur collecte ou de leur valorisation sur place.

La qualité du tri, du conditionnement et des conditions d'entreposage a des répercussions sur les risques professionnels et les choix technologiques en aval. En effet, en cas de mauvais tri des biodéchets, des produits, comme des pièces métalliques ou des plastiques, peuvent y être mélangés.

Encadré 2

■ Accident d'entreposage de biodéchets

Une entreprise de fabrication de pâtisseries industrielles évacue ses biodéchets dans une benne. Un opérateur décide de descendre dans la benne remplie au trois quarts de pâte crue pour y enlever des sacs en plastique. Il se retrouve enlisé dans la pâte jusqu'à la poitrine. De nombreux collègues et pompiers essayent en vain, pendant une demi-heure, de l'extraire. Les portes de la benne sont finalement découpées laissant se déverser la pâte et libérant l'opérateur qui décède ensuite pendant son hospitalisation, asphyxié semble-t-il par des gaz de fermentation libérés lors son enlèvement [12].

Toute personne intervenant pour enlever ces indésirables s'expose alors à des risques biologiques, chimique, de chute et de blessures qui n'existeraient pas si le tri avait été correctement effectué (voir encadré 2).

De plus, si les biodéchets sont mal entreposés (trop longtemps, à la chaleur), les SPAn 3 peuvent se dégrader en SPAn 2 présentant un risque sanitaire plus élevé pour les opérateurs intervenant par la suite.

Pour réduire les risques, il convient donc de réduire la production des biodéchets, de les trier, les conditionner et les entreposer correctement.

2.1. Réduction de la production de biodéchets

2.1.1. Les déchets des points de vente

Les biodéchets issus de points de vente alimentaire sont les restes des traiteurs, des boulangers, les fruits et légumes gâtés, et plus généralement tout produit alimentaire arrivé à péremption en vrac ou emballé (sous plastique, en cannette, en conserve, en brique cartonnée/plastifiée...).

La réduction des biodéchets passe par l'analyse des rayons générant le plus de perte, une optimisation des stocks, mais aussi par des dons à des associations caritatives. Celles-ci acceptent les fruits et légumes consommables mais moins présentables, ainsi que les produits en approche de la date limite de consommation (DLC) ou de la date de durabilité minimale (DDM). En second lieu, une valorisation en alimentation animale est également possible *via* un organisme agréé [13].

2.1.2. Les déchets de cuisine et de table

Les déchets de cuisine et de table (DCT) sont tous les déchets alimentaires, y compris les huiles de cuisson usagées, provenant de la restauration et des cuisines (cuisines centrales et cuisines des ménages) [14]. Tous les DCT qui risquent d'avoir été en contact avec des SPAn 3 sont considérés comme des SPAn 3, dans des conditions normales d'entreposage, même lorsqu'ils ne contiennent que des fruits et légumes [1].

Les DCT issus des ménages peuvent être réduits en optimisant les achats en fonction des dates de péremption des produits, du nombre de repas à préparer et de l'accommodation des restes.

Les DCT de la restauration peuvent être réduits [1] :

- en optimisant la prévision du nombre de repas et ainsi les quantités préparées,
- en ajustant les portions dans les assiettes, notamment en fonction des retours en cuisine constatés,
- en améliorant la gestion des stocks pour limiter les produits périmés,
- en offrant aux clients les restes de leurs repas (doggy-bag).

À noter

En France, les broyeurs d'évier ne sont pas reconnus comme des solutions de traitement des biodéchets, pour des raisons réglementaires et d'incompatibilité avec la conception des réseaux et des équipements d'épuration des eaux usées [15].

2.1.3. Les déchets des industries agroalimentaires

Les biodéchets produits par les entreprises agroalimentaires sont par exemple les matières

premières périmées (légumes, viandes, fruits...), les produits éliminés sur la chaîne de production (découpe de pâtes de biscuits ou viennoiseries, déversements de produits...), les produits non conformes ne pouvant être vendus (poids insuffisant dans les emballages, emballage hors norme, produits contaminés devenus impropres à la consommation...).

La réduction des biodéchets consiste à rechercher la source de production la plus importante afin de la réduire prioritairement. Cela peut aller jusqu'à modifier un procédé, pour limiter les pertes occasionnées par exemple lors d'une découpe, ou encore réutiliser des préparations entre deux lots (restes de pâte en biscuiterie...). La réduction des biodéchets va de pair avec la réduction des coûts.

2.2. Tri à la source

Les consignes de tri et de conditionnement des biodéchets sont élaborées en fonction des modes de collecte et des technologies de valorisation. Les collectivités assurant la collecte diffusent les informations vers les particuliers et les entreprises concernées [3]. Les autres entreprises productrices suivent les consignes des collecteurs ou des centres de valorisation, qui leur indiquent les types de déchets acceptés et refusés, ainsi que les conteneurs adaptés au mode de collecte. Les critères de déclassement (matière recouverte en totalité par des pontes d'insecte, couleur, aspect poisseux, odeur de putréfaction, présence de déchets non-conformes...) et d'acceptabilité sont précisés lors de l'établissement du contrat entre les différents partenaires (producteur, collecteur, valorisateur). Ces consignes doivent être claires et rappelées régulièrement à tous les producteurs afin de ne pas entraîner de manipulations ni de risques supplémentaires pour les personnels de la filière.

2.2.1. Les déchets des points de vente

Le tri des biodéchets est réalisé généralement par le personnel qui assure également la mise en rayon. Les risques professionnels observés lors du

tri sont similaires à ceux déjà identifiés lors de la mise en rayon (blessures, chocs, troubles musculo-squelettiques (TMS), lombalgie...) [16, 17].

Pour faciliter la manutention manuelle et limiter les chutes de hauteur, les salariés doivent disposer de tables élévatrices, de plateformes de mise en rayon ou, pour des hauteurs plus importantes, de plateformes individuelles roulantes légères (PIRL) (figure 1).

Le déplacement des conteneurs de biodéchets doit se faire à l'aide de moyens mécaniques, préférentiellement motorisés, comme des transpalettes ou des gerbeurs.

Par ailleurs la formation-action Prap (Prévention des risques liés à l'activité physique) permet aux salariés d'apprendre à analyser leurs situations de travail afin de proposer des améliorations organisationnelles, techniques ou humaines qui permettront de réduire les sollicitations physiques : manutentions manuelles, port de charges, travaux ou gestes répétitifs, postures de travail contraignantes, ou encore utilisation d'engins ou d'outils exposant à des chocs ou des vibrations [18].

L'activité dans une ambiance froide (rayonnement des produits frais, chambre froide) nécessite une organisation du travail adaptée et le port d'équipements de protection individuelle (EPI), comme des gants, des vêtements et des chaussures, adaptés au froid.

2.2.2. Les déchets de cuisine et de table

Selon les consignes locales, les biodéchets triés par les ménages sont vidés dans un conteneur rigide collecté soit en porte-à-porte, soit dans un point d'apport volontaire (PAV).

Le tri des DCT de la restauration se fait en cuisine lors de la préparation des plats et lors du retour des assiettes. En restauration collective, le tri peut aussi être effectué par les clients au retour du plateau-repas.

Dans tous les cas, les consignes de tri doivent être clairement indiquées à l'aide d'une signalétique simple, d'un code couleur ou de photos, permettant d'associer facilement chaque type de déchet à son conteneur (encadré 3). Ces consignes doivent également préciser clairement les produits ne



Figure 1. Mise à disposition d'aide à la manutention

devant pas être mélangés aux biodéchets (emballages vides, couverts...).

Si l'espace de travail en cuisine est réduit, il convient de choisir des conteneurs de petite taille, vidés au moins une fois par jour.

Encadré 3

Sacs contenant les biodéchets

Selon les recommandations locales, les biodéchets peuvent être collectés en vrac ou emballés dans des sacs, avant d'être déposés dans les conteneurs.

Les sacs permettent de :

- limiter l'exposition des personnels lors du déversement des biodéchets dans les bennes de collecte ou les trémies des centres de valorisation ;
- limiter la salissure des conteneurs et leur nettoyage.

Les sacs translucides permettent à l'agent de collecte de vérifier l'absence d'indésirables parmi les biodéchets.

En cas d'utilisation de sacs en plastique, il convient de s'assurer que ces sacs sont compostables (répondent aux normes NFT 51-800 [19] pour le compostage domestique, ou NF EN 13432 [20] pour le compostage industriel) et qu'ils ne laissent pas de fragments dans les composts. Dans le cas contraire, une opération de déconditionnement est nécessaire en centre de valorisation.

Les conteneurs peuvent être placés au sol ou, s'ils sont petits, sur le plan de travail ou un support surélevé mobile (muni d'un système de blocage des roues), afin d'éviter à l'opérateur de se pencher. Les conteneurs peuvent encore être intégrés à des tables de tri (figure 2). Il s'agit de plans de travail percés d'orifices sous lesquels sont adaptés des conteneurs. Ces tables offrent différents avantages :

- les contraintes posturales sont moins importantes, étant donné que les salariés n'ont pas besoin de se pencher au-dessus d'une poubelle posée au sol ;
- les déchets déversés à côté du conteneur ne tombent pas au sol et ne risquent pas de causer des chutes par glissade.

Les orifices de la table de tri peuvent être reliés à un système aspirant les déchets vers une installation mécanique d'entreposage.

Le nettoyage et la désinfection des surfaces sont effectués régulièrement pour maintenir un bon niveau d'hygiène et limiter les risques de chute par glissade [21, 22].

2.2.3. Les déchets des industries agroalimentaires

Les industries agroalimentaires peuvent générer des biodéchets solides, pâteux ou liquides. Les biodéchets émis en cours de production sont recueillis dans des conteneurs, ou sur des convoyeurs, ou encore dans des goulottes. Cela



■ Figure 2. Orifice de conteneurs intégrés dans la table de tri

Encadré 4

■ Accident de nettoyage d'un équipement de travail produisant des biodéchets

Une salariée effectue le nettoyage d'un malaxeur à viande. À l'aide d'un jet d'eau, elle arrose abondamment la cuve pour décoller les morceaux de viande, appareil en marche. L'opératrice vidange ensuite la cuve, en ouvrant les trappes inférieures et aperçoit quelques déchets coincés dans la glissière des trappes. Elle s'accroupit, pour nettoyer la glissière à l'aide d'une brosse, en enfonçant sa main dans l'ouverture, sans visibilité. Elle se coince alors la main entre les pales et la cuve, ce qui entraîne une amputation de trois doigts de la main droite [12].

évitent de souiller le sol et de le nettoyer à de nombreuses reprises, tout en permettant un éventuel réemploi du produit.

Les conteneurs, convoyeurs ou goulottes placés aux endroits où sont produits les biodéchets sont adaptés aux équipements. Par exemple, lors de la découpe de pâte ou lors de la fermeture de barquettes de plats cuisinés, les surplus tombent dans un conteneur plat (ou un convoyeur à bande) pouvant se glisser sous la chaîne de production.

Les conteneurs sont équipés de roues ou placés sur des chariots avec anse de guidage (timon), de préférence motorisés, permettant de les déplacer sans avoir besoin de se pencher, ni de fournir un effort physique important pour les porter, tirer ou pousser.

Les opérateurs effectuant le lavage des machines de production peuvent également être confrontés aux biodéchets (matières coincées ou accumulées dans l'équipement), dont l'enlèvement peut générer des accidents (voir encadré 4).

Il convient de choisir une machine et de concevoir une installation qui limitent l'accumulation des biodéchets et facilite les opérations de nettoyage. Dans le cas contraire, avant d'intervenir pour ôter les biodéchets, il faut veiller à respecter la procédure de nettoyage indiquée dans la notice d'instruction fournie par le fabricant, en coupant les énergies, consignnant l'installation et dissipant les énergies résiduelles [23].

2.3. Conditionnement des biodéchets

Différents conteneurs ou installations mécaniques peuvent être employés pour conditionner les biodéchets. Le choix du conditionnement, qui se fait en concertation avec les entreprises de collecte et de valorisation, a des répercussions sur les risques professionnels. Le producteur doit rédiger en collaboration avec l'entreprise de collecte un protocole de sécurité, afin de préciser les modalités de chargement et de déchargement, les risques et les mesures de prévention à respecter.

2.3.1. Les conteneurs de biodéchets

Les conteneurs de biodéchets doivent être clairement identifiés en optant pour une couleur spécifique ou, à défaut, au moyen d'une information visuelle sur le couvercle et en façade. Les conventions (couleur, emplacement dans le local) doivent être connues et respectées afin d'établir des automatismes et de s'assurer que les biodéchets aillent dans les bons bacs de tri. Cela permet de limiter le temps consacré au tri, d'augmenter la qualité du tri et par là même de limiter les éventuelles difficultés générées par les erreurs de tri.

Les biodéchets contiennent au moins 75 % d'eau (240 L de biodéchets peuvent peser en moyenne 140 kg [1]), ce qui les rend beaucoup plus lourds que les autres déchets ménagers [15]. La maintenance des conteneurs de déchets est reconnue comme étant une cause importante de mal de dos chez les professionnels [24]. D'autre part, les biodéchets très propices au développement des micro-organismes, engendrant des odeurs et des gaz, doivent être entreposés dans de bonnes conditions (voir chapitre 2.4) pendant une durée limitée. En conséquence, les conteneurs doivent répondre à plusieurs critères :

- se fermer par un couvercle ;
- disposer d'une large ouverture pour faciliter le déversement des biodéchets et éviter de les disperser sur les surfaces proches ;
- être étanches, de façon à ce que les liquides ne souillent pas l'espace de travail, ce qui permet de respecter les mesures d'hygiène, de limiter les opé-

érations de nettoyage et les risques de chute sur sol glissant ;

- être constitués de matériaux résistant aux produits de nettoyage ;
- ne présenter ni arête, ni recoin susceptible de retenir les salissures ;
- être résistants aux chocs (pas d'emballages en carton) ;
- être en capacité de recevoir la quantité de biodéchets produite entre deux passages du collecteur ; passages suffisamment rapprochés pour limiter la dégradation des biodéchets. Le règlement sanitaire départemental type prévoit une collecte au moins hebdomadaire des déchets ménagers fermentescibles [25] ;
- se manipuler aisément sans effort physique important.

Le producteur doit respecter la limite de remplissage de façon à ne pas faire déborder les biodéchets qui pourraient souiller l'extérieur des conteneurs, l'opérateur, les transpalettes et le sol. La limite de remplissage tient compte du mouvement des biodéchets lorsque le conteneur est basculé pour être déplacé. Ce mouvement est d'autant plus important que les biodéchets sont liquides (figure 3).

Certains conteneurs nécessitent d'être maniés au moyen de transpalettes ou de gerbeurs, qui peuvent entraîner des risques d'écrasement, de chute de la



Figure 3. Respecter les limites de remplissage des conteneurs

charge, ou encore de chute du personnel pendant le roulage [26]. Les salariés qui utilisent des chariots de manutention automoteurs (à conducteur porté ou accompagnant, gerbeurs ou transpalettes) doivent bénéficier d'une formation leur permettant de les conduire et de les utiliser en toute sécurité [27]. Ils doivent être titulaires d'une autorisation de conduite délivrée par leur employeur. Il est recommandé que cette autorisation de conduite repose sur le Caces R.489 ou R.485 approprié.

La mise en propreté des conteneurs laissés sur place est effectuée régulièrement par le producteur à l'aide d'un détergent, complété, selon les secteurs professionnels, par un désinfectant bactéricide et fongicide. Des moyens doivent être mis à disposition des salariés effectuant cette opération : arrivée d'eau (de préférence chaude pour faciliter le dégraissage), produits, matériels, évacuation des eaux de lavage.

Les conteneurs collectés par le prestataire sont nettoyés et désinfectés après vidage sur le site de valorisation.

Lorsque le nettoyage des conteneurs se fait au jet d'eau sous pression, avec un détergent et un désinfectant, ou par frottement avec un balai-brosse, le personnel est exposé aux projections et aux aérosols de micro-organismes (bioaérosols), de produits chimiques et de salissures présentes dans le conteneur.

Pour éviter ces expositions, il est conseillé :

- de placer les biodéchets dans des sacs compostables (selon les préconisations locales, dépendant des modes de collecte et de traitement), afin de limiter la souillure des bacs ;
- d'utiliser une armoire ou un tunnel de lavage automatique, lorsqu'un grand nombre de conteneurs est régulièrement nettoyé (voir chapitre 4.3) ; à défaut d'installation de lavage automatique, d'effectuer le lavage manuel sans brosse, mais avec un balai-raclette ou un balai humide, en employant un jet d'eau basse pression ;
- de faire porter à l'opérateur un vêtement couvrant imperméable, des gants étanches et résistants aux contraintes physiques, un écran facial et un demi-masque filtrant anti-aérosols à usage unique (FFP2) [28].

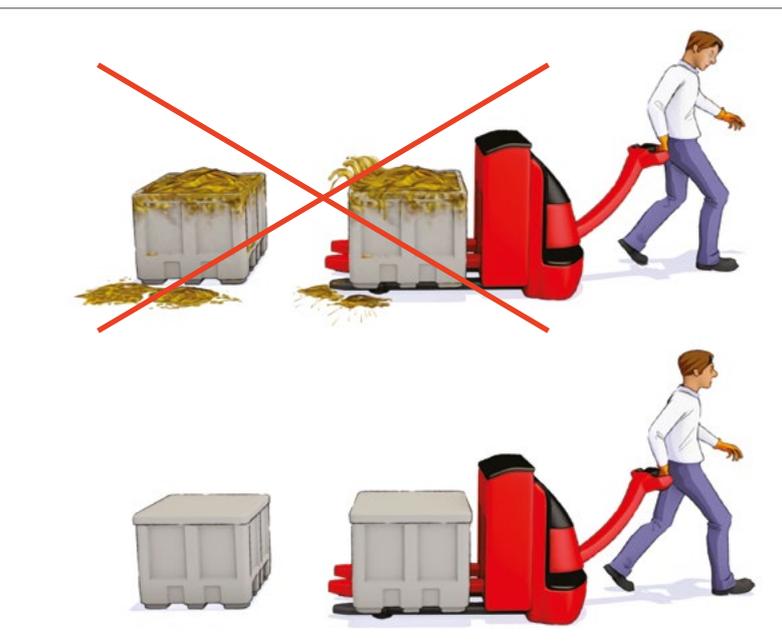
Les bacs sur roues

Des bacs entre 120 et 240 L peuvent servir de conteneurs d'entreposage final, dans lesquels sont déversés les plus petits conteneurs utilisés aux postes de travail. Malgré la présence de roues, un effort physique important (effort de tirer-pousser) est nécessaire pour les déplacer [29]. Il n'est donc pas envisageable d'utiliser des bacs de volume supérieur à 240 L. En fonction de la configuration du site, des aides à la manutention peuvent faciliter leur déplacement, moyennant une formation préalable à leur maniement.

Les bacs pleins sont maintenus propres, afin qu'ils ne génèrent pas de risque pour le personnel et qu'ils ne souillent pas les bacs propres lors de leur collecte par camion avec hayon élévateur (voir chapitre 3.1).

Lorsque les bacs sont collectés par un camion-benne à ordures ménagères (BOM), il faut veiller à ce que la collerette des bacs, qui sert de point d'accroche, soit renforcée pour limiter le risque de rupture lors de leur renversement dans la trémie du camion.

De façon générale, les bacs doivent faire l'objet de contrôles réguliers sur différents points : le bon fonctionnement des roues, l'étanchéité, le couvercle, la collerette de préhension, les poignées... Toute anomalie doit être signalée au fournisseur, afin qu'il procède à la réparation ou au remplacement du bac.



Les caisses-palettes

Les caisses-palettes ont une contenance comprise entre 250 et 600 L. Elles ont l'avantage de pouvoir se gerber, mais nécessitent un espace d'entreposage suffisamment grand pour permettre leur manutention à l'aide de transpalettes ou de gerbeurs motorisés.

Les bennes

Des bennes de 20 à 30 m³ s'avèrent nécessaires pour les grands producteurs, chez lesquels elles sont entreposées quelques jours avant d'être collectées par un camion.

Selon leur nature, les biodéchets entreposés peuvent produire une grande quantité de jus, pouvant souiller l'environnement et entraîner des risques de chute par glissade. Pour éviter cela, il convient de choisir des bennes étanches.

Le déversement manuel des biodéchets dans les bennes nécessite des efforts physiques importants pouvant entraîner un risque de TMS. Pour éviter ces risques, différentes mesures de prévention sont décrites dans la partie sur « Les compacteurs » du chapitre 2.3.2 (figure 4).

Il est nécessaire de voir l'intérieur de la benne pour estimer son niveau de remplissage. Pour cela, on peut :

- placer un miroir (figure 5), ou un écran relié à une caméra, permettant d'apercevoir, du sol, l'intérieur de la benne ;

- installer une plateforme fixe avec escalier, équipée de protection collective contre les chutes de hauteur ;
- à défaut, accéder en haut de la benne à l'aide d'une PIRL, ou choisir une benne disposant, d'une plate-forme à l'avant, équipée d'une main courante, à laquelle on accède par une échelle intégrée.

Attention

Il ne faut jamais monter sur une échelle posée sur la benne pour voir à l'intérieur, au risque de chuter sur le sol ou dans la benne.

La benne peut contenir un grand volume de biodéchets qui, stockés à température ambiante, sont dégradés par les bactéries produisant des gaz dangereux pour la santé. Pour éviter que les salariés ne soient exposés à ces gaz, il faut :

- prévoir une rotation des bennes suffisamment rapide pour limiter la multiplication des micro-organismes et donc la production de gaz ;
- selon l'évaluation des risques, prévoir un capotage de la benne muni d'une aspiration de l'air, rejeté ensuite à l'extérieur, loin des prises d'air neuf.

Il convient également que les opérateurs n'aient jamais à se pencher au-dessus de la benne, ni à descendre dedans pour répartir les biodéchets :

- lors du remplissage de la benne au moyen d'un convoyeur mobile ou d'un engin de chargement, l'opérateur doit disposer d'une visibilité sur l'intérieur de la benne depuis le sol, grâce à un miroir, ou un écran relié à une caméra ;



© Grégoire Maisonneuve/NRS/2012

Figure 4. Basculeur déversant les biodéchets dans la benne



© Christine David/NRS/2021

Figure 5. Miroir en inox permettant de voir le niveau de la benne

- en l'absence d'engin de chargement, la charge devra être répartie à l'aide d'un outil à manche long, depuis une plateforme fixe avec escalier équipée de protection collective contre les chutes de hauteur, ou à défaut depuis une PIRL.

La benne contenant les biodéchets attire les insectes, les oiseaux, les rats ou les chats. Pour limiter cela, il convient, une fois la benne chargée en déchets :

- de la bâcher à l'aide d'un système à enroulement automatique, voire manuel, actionné depuis le sol ;
- à défaut, de la bâcher à partir d'une PIRL.

Le bâchage nécessitant de monter sur la benne doit être évité, pour limiter les risques de chute au sol ou dans la benne [30].

La dépose et la reprise des bennes par un camion peuvent générer des accidents par écrasement. On veillera à :

- s'assurer du bon état des bennes, notamment de leurs systèmes d'accrochage ;
- délimiter les emplacements des bennes par des butées fixes résistant aux chocs ;
- laisser un emplacement libre pour la dépose de la future benne vide, afin de limiter les manœuvres lors de la reprise d'une benne pleine ;
- interdire toute circulation de piétons dans la zone, et toute opération d'entretien et de maintenance lors du chargement et du déchargement des bennes.

Les points d'apport volontaire

Les points d'apport volontaire (PAV) peuvent disposer de bornes de dépôt dédiées aux biodéchets ménagers et assimilés [31]. Ces bornes sont raccordées à des conteneurs de volumes variables (allant du bac de 240 L jusqu'à la cuve de 5 m³), qui peuvent être posés au sol (hors sol), semi-enterrés ou enterrés. Une fois pleins, ces conteneurs sont :

- soit vidés et redéposés à leur emplacement initial (ils sont lavés sur place plusieurs fois par an et tout particulièrement en période chaude) ;
- soit échangés avec un conteneur vide et propre, puis transportés vers un centre de valorisation où ils sont vidés et nettoyés avant leur remise en service.

Les PAV doivent être conçus de façon à limiter les risques pour les particuliers déposant leurs

biodéchets ainsi que pour les agents de collecte chargés de vider les conteneurs.

Pour limiter les efforts physiques des agents de collecte, il convient de choisir des bornes pouvant être collectées par des camions munis de grue de chargement, voire des BOM. De plus, il est préférable que le point d'accrochage du conteneur à la grue soit directement accessible, sans que l'agent de collecte ait besoin de soulever le dôme de la borne.

Les opérations de collecte peuvent nécessiter des manœuvres de grande amplitude susceptibles de générer des accidents. Lors du choix de l'emplacement du PAV, il faut s'assurer entre autres que :

- l'ouverture de la dalle ou le débâtement de la flèche de la grue ne rencontrera aucun obstacle (lignes électriques, mobilier urbain...);
- le camion du collecteur disposera de suffisamment d'espace pour effectuer ses manœuvres d'approche en toute sécurité.

Dans le cas des installations enterrées, l'agent de collecte risque de chuter dans la fosse lors de l'ouverture de la dalle. Il faut donc veiller à :

- condamner l'accès à la fosse par un système de recouvrement automatique,
- ou installer un système de garde-corps intégré qui se déploie lors de la levée du conteneur.

Lorsque les biodéchets sont entreposés plusieurs jours à température élevée, les micro-organismes se développent rapidement et produisent des gaz. Il est donc important de :

- définir une fréquence de collecte en fonction du volume de biodéchets, de la zone géographique et de la saison (fréquence augmentée lors de températures élevées), afin de minimiser le développement de micro-organismes et la production de gaz ;
- limiter l'augmentation de la température dans le conteneur ou la fosse recevant les conteneurs semi-enterrés ou enterrés en :
 - plaçant les PAV hors sol à l'ombre,
 - garantissant, lors de la conception et de l'installation, une bonne aération de la borne entourant le conteneur.

Pour éviter que l'agent de collecte ne soit exposé aux nuisibles et aux micro-organismes, il convient :

- de placer les PAV sur des sols durs et de protéger les aérations pour éviter l'intrusion des rongeurs [31] ;
- de contrôler régulièrement l'état général des PAV et leur étanchéité, en fonction des recommandations du fabricant et de l'installateur ;
- d'afficher des consignes pour que les personnes déposent préférentiellement les biodéchets dans des sacs fermés (après concertation avec les centres de valorisation concernés) ;
- de nettoyer les surfaces (poignées, trappe d'accès et entourage de la borne), au moins une fois par mois, voire plus souvent en présence de souillure ou en période chaude [31]. Le fond des installations enterrées ou semi-enterrées doit également faire l'objet d'un nettoyage régulier.

2.3.2. Les installations mécaniques

Les professionnels peuvent également recourir à des installations mécaniques pour conditionner leurs biodéchets. Ces installations comprennent des compacteurs, des sécheurs/déshydrateurs/cuiseurs, des broyeurs, ainsi que des cuves de stockage et des citernes. Des préconisations supplémentaires doivent être respectées pour limiter les risques professionnels spécifiques à ces installations.

Le personnel doit être formé à la mise en œuvre de l'installation, aussi bien qu'aux interventions à effectuer en cas de dysfonctionnement.

Lorsque l'installation comprend une machine, le producteur doit s'assurer, à sa réception, qu'elle est conforme à la réglementation en vigueur et qu'elle possède le marquage CE ainsi qu'une déclaration CE de conformité. Sa conception doit assurer son emploi en toute sécurité, et faciliter son nettoyage et sa maintenance (notamment dans le respect des procédures de consignation et déconsignation [23]). Certaines machines doivent faire l'objet d'une vérification générale périodique permettant de détecter toute détérioration pouvant conduire à des accidents [32].

Les machines comme les compacteurs, les sécheurs/déshydrateurs/cuiseurs et les broyeurs possèdent des éléments rotatifs pouvant être à l'origine d'écrasements, de chocs ou de coupures.

Par ailleurs, la trémie d'alimentation qui se trouve parfois en hauteur, entraîne des risques de chute

si l'opérateur doit monter sur un équipement pour y déverser les biodéchets et de TMS s'il a besoin de soulever des conteneurs lourds.

En cas d'alimentation manuelle, il faut donc choisir une machine avec une trémie située à hauteur de bassin (entre 0,75 m et 1,10 m [29, 33]), conçue pour interdire à l'opérateur l'accès aux éléments mobiles dangereux (grille avec des dimensions de mailles spécifiques, dispositifs de protection - barres sensibles arrêtant les éléments dangereux, etc.) [34, 35].

En cas d'alimentation par convoyeur, élévateur-basculer ou engin de manutention levant et basculant les bacs, la trémie d'alimentation peut être située en hauteur pour éloigner l'opérateur des éléments mobiles dangereux. Il sera alors interdit d'y accéder pour y verser manuellement des déchets.

Les enceintes telles que les cuves et les citernes offrent des conditions favorables à la multiplication des micro-organismes produisant des gaz dangereux. Il faut :

- équiper les enceintes de dispositifs permettant d'évacuer les gaz et d'éviter toute surpression pouvant amener à la rupture. Le relargage de ces dispositifs se fera à l'écart des zones de passage ou de présence humaine, d'équipements électriques ou d'équipements présentant des surfaces chaudes. Une filtration anti-aérosols sera placée sur les orifices des évacuations, afin de retenir les micro-organismes entraînés par les gaz ;
- placer préférentiellement l'enceinte à l'extérieur, à l'abri des intempéries ;
- si l'enceinte est située dans un local fermé :
 - la placer dans une salle dédiée ;
 - en l'absence de système réfrigéré intégré, climatiser le local à une température inférieure à 15 °C ;
 - ventiler mécaniquement le local pour assurer un apport d'air neuf ;
 - identifier la présence de zones ATEX^a au niveau de l'ensemble de l'installation (l'enceinte et son environnement, la sortie des dispositifs permettant d'évacuer les gaz, la zone de pompage...). Tout appareil électrique ou non-électrique utilisé en zone ATEX doit alors être compatible avec celle-ci [36] ;

a. Zonage ATEX : la réglementation relative aux atmosphères explosives (ATEX) définit différentes zones dans lesquelles des concentrations de gaz/vapeurs ou de poussières sont susceptibles de générer une explosion.

- placer des détecteurs de gaz dans le local pour contrôler la qualité de l'air ambiant [37] ;
- installer un système de nettoyage automatique pour éviter l'intervention de personnels à l'intérieur de l'enceinte. Dans le cas contraire, le personnel doit respecter les règles liées au travail en espace confiné [38].

Pour sécuriser la vidange des enceintes par le collecteur, l'entreprise productrice doit par ailleurs mettre en œuvre différentes mesures de prévention :

- contrôler régulièrement le niveau de remplissage de la cuve, afin de planifier la venue du collecteur ;
- installer le point de pompage préférentiellement à l'extérieur du local, facilement accessible (hauteur, dégagement). Si l'enceinte est située dans un local, un accès aisé sera prévu pour permettre sa vidange en toute sécurité ;
- éviter le transfert du liquide par le dôme du camion afin de supprimer les risques de chute de hauteur [39]. Si l'accès au dôme du camion est indispensable ou si le point de pompage est situé en hauteur, le poste de déchargement sera équipé :
 - soit d'un système de manœuvre à partir du sol,
 - soit d'une plateforme fixe avec escalier, munie de protection collective contre les chutes de hauteur, ou, à défaut, d'une PIRL.

Des préconisations supplémentaires sont à respecter selon le type d'installation utilisé.

Les compacteurs

Dans certaines entreprises, un compacteur est utilisé pour réduire le volume des biodéchets avant qu'ils ne soient poussés automatiquement dans une benne étanche.

Les compacteurs, à l'origine d'accidents graves, nécessitent de respecter les mesures décrites ci-dessus relatives aux machines et d'autres mesures spécifiques décrites dans le document ED 124 de l'INRS sur la prévention des risques en zone de compactage [40].

De plus, le compactage des biodéchets peut produire une grande quantité de jus, pouvant souiller l'environnement, entraîner des risques de chute par glissade et des risques électriques en cas de mauvais raccordement des équipements à proximité (voir encadré 5). Il convient donc de choisir

des compacteurs étanches et de vérifier la conformité des installations électriques.

Les sècheurs/déshydrateurs/cuiseurs

Ces équipements sont employés par certains restaurateurs ou collecteurs. Ils chauffent les biodéchets à des températures élevées (autour de 80 °C) et les malaxent au moyen d'un axe rotatif muni de pales. Il en ressort une matière brune qui est, à l'heure actuelle, considérée comme un déchet au regard de la réglementation française et, de ce fait, envoyée en centre de valorisation des biodéchets [1].

Ces machines présentent différents avantages :

- réduction des nuisances olfactives ;
- réduction du nombre d'insectes et de rongeurs ;
- réduction de la masse et du volume des biodéchets (entre 70 et 95 % du poids et autour de 50 % du volume, selon la nature des déchets [41]), et par conséquent, du nombre de conteneurs de biodéchets ;
- réduction de l'encombrement dans le local à déchets.

Par contre la mise en œuvre des sècheurs présente certains risques. Des mesures de prévention spécifiques s'ajoutent aux préconisations sur les machines citées en début de chapitre.

Les opérateurs doivent bénéficier d'une formation sur la nature et la proportion des déchets acceptés, le type de structurant (carton, sciure...) à ajouter en fonction de la nature des déchets, le rythme d'introduction des déchets, etc. En effet,

Encadré 5

Accident avec un compacteur de biodéchets

Un ouvrier boulanger met sous tension un compacteur pour y déverser des déchets de pâte. Il s'électrocute en raison d'une mauvaise installation électrique : raccordement au réseau de l'entreprise par un câble volant, lui-même raccordé au câble d'alimentation du groupe électro-hydraulique par l'intermédiaire d'un domino posé à même le sol rendu humide par la pluie. La victime décède bien que l'alerte ait été rapidement donnée [12].

tous les déchets ne peuvent être acceptés (les graisses, huiles et plats en sauce très fermentescibles génèrent plus de gaz et d'odeurs, les gros os peuvent bloquer le malaxeur...), sous peine d'entraîner des dysfonctionnements et des risques pour les équipes de maintenance.

L'extraction de la matière sèche se faisant en partie basse, le fonctionnement des éléments mobiles dangereux doit être asservi à l'ouverture de la trappe, ou la conception de la machine doit rendre ces éléments mobiles non accessibles par la trappe (éloignement, coude, etc.). Cette trappe d'évacuation doit par ailleurs être disposée suffisamment en hauteur pour positionner un conteneur ou un convoyeur sous l'orifice.

Certaines machines de séchage prévoient un ensemencement avec plusieurs dizaines d'espèces de micro-organismes, afin d'accélérer la décomposition des déchets. Le fournisseur doit alors communiquer des informations sur les risques de ces micro-organismes et les mesures de prévention supplémentaires à respecter lors de leur manipulation.

Les broyeurs et cuves de stockage

Ces installations se rencontrent chez les gros producteurs de biodéchets. Les biodéchets non emballés sont déversés dans un broyeur puis envoyés, au moyen de canalisations, dans une cuve de stockage (de 1 000 L à plus de 10 000 L) (figure 6), dans laquelle les déchets peuvent séjourner plusieurs semaines avant d'être



© Christine David/INRS/2021

Figure 6. Cuve d'entreposage de biodéchets

vidangés par un camion hydrocureur. Ce type d'installation permet d'espacer les passages du camion de collecte, ce qui peut intéresser les producteurs de biodéchets isolés, situés à l'écart des circuits de collecte habituels.

La cuve est un système clos dans lequel des bactéries se développent en dégradant les biodéchets et en produisant des gaz. La nature de ces derniers (CO_2 , O_2 , H_2S , NH_3 , CH_4 ...) évolue dans le temps selon les bactéries présentes, la température, la nature et l'état de dégradation des biodéchets. La cuve présente des risques similaires aux bioréacteurs utilisés dans les industries de biotechnologie [42], risques que les producteurs de biodéchets ne sont pas habitués à gérer.

L'usage d'une telle installation nécessite de respecter différentes préconisations s'ajoutant aux mesures de prévention citées en début de chapitre.

Le transfert des biodéchets vers le broyeur et la cuve se fait par aspiration, soufflage, ou adjonction d'eau, favorisant la multiplication des micro-organismes formant un biofilm dans les canalisations. Il faut donc :

- prévoir des canalisations les plus rectilignes possible pour éviter l'accumulation de biodéchets au niveau de coudes ;
- prévoir des trappes de visites facilement accessibles, permettant les interventions de maintenance et de nettoyage sur les canalisations ;
- lors des interventions à l'intérieur des canalisations, respecter la notice d'instruction notamment en ce qui concerne les procédures de consignation et déconsignation et les mesures de prévention contre les éventuelles expositions aux agents chimiques ou biologiques (vérifier l'absence de gaz, éviter les procédés générant des projections et bioaérosols...).

Afin de sécuriser la vidange de la cuve, le producteur doit décrire la nature des biodéchets au collecteur, qui choisira le camion hydrocureur adapté (voir le chapitre 3.5). En cas de doute, des essais sont réalisés en collaboration avec le collecteur.

Les citernes

Des citernes sont employées dans l'industrie pour entreposer des liquides, qui y parviennent et en sortent au moyen de canalisations.

Les citernes doivent répondre aux préconisations applicables à tout stockage de produits [43].

La nature des liquides qu'elles renferment (corrosif, gazeux, fermentescible...) définit la conception des citernes et leur niveau de remplissage maximal (les matières fermentescibles génèrent des gaz augmentant la pression et le volume à l'intérieur de la citerne). Pour surveiller son niveau de remplissage, la citerne est équipée d'un indicateur de volume ou de poids, permettant de commander l'arrêt de l'opération de chargement ou de déchargement [44].

2.4. Locaux d'entreposage

Laisser les biodéchets, riches en matière organique et en eau, entreposés plusieurs jours à température ambiante, fournit aux micro-organismes des conditions favorables pour qu'ils se multiplient abondamment et produisent des gaz. Cela a également pour conséquence d'attirer les insectes, les mammifères et les oiseaux vers la zone d'entreposage.

Pour éviter ces risques, les conteneurs de biodéchets fermés ne sont jamais entreposés en plein soleil, mais dans un local conçu de façon à les protéger contre les intempéries, la chaleur et les animaux. Ce local doit disposer :

- d'une entrée permettant d'éviter que le circuit des biodéchets croise celui des denrées alimentaires ;
- d'un accès sans marche, afin de faciliter l'usage des moyens de manutention motorisés et de limiter les risques de chute ;
- d'un dispositif permettant de limiter l'accès aux seules personnes autorisées ;
- d'une taille adaptée à la quantité de biodéchets entreposés entre chaque enlèvement et aux manutentions nécessaires pour déplacer les conteneurs ;
- d'un éclairage d'au moins 300 lux pour assurer une bonne visibilité ;
- d'un sol et de parois résistants aux produits de nettoyage, lavés régulièrement et chaque fois que nécessaire en cas de souillure accidentelle.

Un point d'eau à proximité permet à l'agent de collecte de rincer son matériel si besoin, et un lavabo

(équipé de savon liquide, d'essuie-mains en papier à usage unique et d'une poubelle à ouverture non manuelle) lui permet de se laver les mains.

À proximité immédiate du local, une aire éclairée suffisamment importante est aménagée de façon à faciliter l'accès des camions de collecte (en privilégiant une circulation en sens unique) et à sécuriser le cheminement des piétons (clairement indiqué et protégé pour éviter les collisions) [45]. Si nécessaire, il convient de prévoir également une aire de stationnement pour les camions en attente de chargement.

2.4.1. Les locaux réfrigérés

Un local réfrigéré assurant une température de régime autour de 6 °C, aussi appelé chambre climatisée ou chambre froide positive, suffit pour ralentir la multiplication de la majorité des micro-organismes et donc limiter la dégradation des biodéchets, avec pour conséquence une baisse de la fréquence et du coût de collecte.

En plus des préconisations minimales concernant la conception du local, la chambre climatisée doit répondre aux critères suivants :

- ses portes doivent pouvoir être ouvertes manuellement par toute personne se trouvant à l'intérieur (même si la porte a été verrouillée de l'extérieur) [46] ;
- lorsqu'elle possède une capacité utile supérieure à 10 m³, elle doit comporter, à l'extérieur et au voisinage immédiat de chacune des portes, un voyant lumineux s'éclairant lorsque la chambre est elle-même éclairée [46] ;
- sa température doit s'afficher à l'extérieur [46] ;
- des patères doivent être prévues à l'extérieur près de l'entrée pour suspendre les vêtements de protection contre le froid.

2.4.2. Les locaux non réfrigérés

À défaut d'un local réfrigéré, les conteneurs fermés de biodéchets sont entreposés dans un local devant répondre aux préconisations minimales de ce chapitre et aux mesures suivantes :

- l'air est renouvelé de manière à éviter l'accumulation des gaz. Si une ventilation mécanique est employée, elle est maintenue en état de fonctionnement et régulièrement contrôlée ;

- la température est régulée de façon à ne pas augmenter en été ;
- une arrivée et une évacuation d'eau facilitent le nettoyage.

2.5. Déconditionnement

Certains producteurs de biodéchets choisissent de déconditionner à la main les UVC (Unité de vente conditionnée) et les produits emballés impropres à la vente et à la consommation. Des couteaux ou cutters sont alors employés, ce qui génère des risques de coupures et de TMS.

Pour limiter ces risques, il est recommandé de ne pas effectuer de déconditionnement manuel et de laisser cette tâche aux centres de valorisation qui la réalisent à l'aide d'équipements automatisés. Toutefois, cette opération de déconditionnement peut être nécessaire si le producteur a opté pour un équipement de prétraitement ou une installation de valorisation interne n'acceptant pas les emballages.

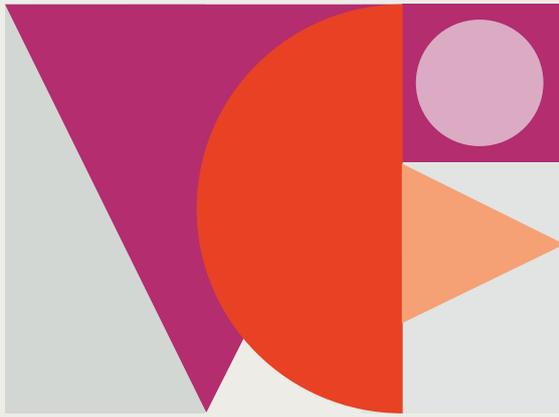
Si le volume de biodéchets à déconditionner est important, il convient d'effectuer cette tâche au moyen d'équipements automatisés (voir chapitre 4.2).

À défaut, si le déconditionnement est effectué manuellement, il est possible de limiter les risques de coupures en agissant sur différents points :

- le conditionnement : acheter le même produit dans des emballages s'ouvrant sans cutter ;
- le poste de travail :
 - positionner le poste de travail à l'écart des passages pour limiter les accidents liés à la coactivité,
 - prévoir un plan de travail suffisamment grand pour recevoir les biodéchets emballés, et pourvu d'un revêtement résistant aux produits utilisés pour le nettoyer et le désinfecter en fin de tâche,
 - utiliser des aides à la manutention ajustables (table élévatrice, transpalette à hauteur variable...) pour éviter les postures contraignantes lors de l'ouverture des palettes,
 - placer à portée de main les conteneurs spécifiques aux différents déchets (biodéchets, plastique, carton, verre, aluminium) ;
- l'outil : utiliser une lame au tranchant parfait, une lame rétractable ou recouverte automatiquement en fin de coupe, un couteau type « bec-de-perroquet » [47] ;
- les protections : privilégier des gants anti-coupure nettoyables et s'assurer qu'ils ne génèrent pas d'autres risques s'ils gênent la préhension.

Les emballages et les biodéchets sont rapidement évacués vers leurs zones spécifiques d'entreposage.

Il convient enfin de mettre à disposition des salariés, à proximité du poste de travail, un point d'eau (équipé de savon liquide, d'essuie-mains à usage unique et d'une poubelle à ouverture non manuelle) afin qu'ils puissent nettoyer leurs outils et leurs EPI réutilisables, puis se nettoyer les mains.



3. Les collecteurs de biodéchets

Les collecteurs font intervenir différents camions selon le conditionnement des biodéchets. Ce peut être :

- un camion muni d'un hayon élévateur pour les bacs sur roues, les caisses-palettes et les palettes ;
- un camion-benne à ordures ménagères, dans lequel est déversé le contenu des bacs sur roues ;
- un camion hydrocureur pour vidanger les cuves de stockage post-broyeur ;
- un camion-citerne pour vidanger les citernes de stockage de biodéchets liquides ;
- un camion multibenne, pour transporter les bennes ;
- un camion muni d'une grue de chargement collectant les conteneurs des PAV.

Les agents de collecte de biodéchets sont exposés aux dangers inhérents à toute opération de transport et doivent respecter des mesures de prévention décrites dans le document ED 6459 de l'INRS sur le transport routier de marchandises [30].

De plus, étant donné la spécificité des biodéchets (teneur en eau importante, liquides), le chauffeur est amené à conduire son camion de façon plus souple (anticiper le freinage pour qu'il soit progressif) afin de limiter les débordements.

D'autres mesures spécifiques aux biodéchets doivent être mises en place, pour limiter l'exposition possible aux agents biologiques présents

dans les biodéchets ou sur les surfaces souillées [48].

Pour préparer les opérations de chargement et de déchargement, l'entreprise collectrice doit rédiger un protocole de sécurité, en collaboration avec chaque entreprise productrice de biodéchets ainsi qu'avec les entreprises de valorisation [49]. Ce protocole de sécurité précise les modalités de l'intervention, les risques et les mesures de prévention à respecter.

À l'exception des collectes assurées par les collectivités, l'agent de collecte complète, lors de chaque passage dans une entreprise, un document de traçabilité qui peut être un bordereau de suivi de collecte ou un document d'accompagnement commercial (DAC) si les biodéchets contiennent des SPAn [13]. L'original doit accompagner le chargement jusqu'au destinataire qui le conserve. Le producteur et le transporteur doivent en garder chacun une copie. Un système automatique par scan de code-barres ou QR code positionné sur le conteneur est une solution permettant de limiter les sources d'erreurs et le temps passé à remplir un bordereau. Toutefois, ce procédé nécessite :

- que les codes-barres ou QR codes soient placés sur tous les côtés du conteneur et le couvercle lorsqu'il est solidaire du bac, afin de les rendre facilement accessibles à l'agent de collecte ;
- que l'agent de collecte dispose d'une imprimante rapide (et de papier), permettant de laisser au producteur un bordereau de suivi ou un DAC.

La collecte des biodéchets peut, dans certains cas, être effectuée par une seule personne qui assure les fonctions de chauffeur et de collecteur. L'agent de collecte doit suivre un parcours défini, en ayant à l'esprit les horaires de passage à chaque point de collecte, tout en restant attentif à la conduite de son véhicule. Il doit manutentionner des conteneurs, en assurer la traçabilité et entretenir un relationnel avec les producteurs. Ces tâches constituent une charge physique et mentale dont il convient de tenir compte lors de l'établissement des tournées et de l'organisation du travail.

L'organisation du parcours de la collecte tient une place importante pour la prévention des risques professionnels et doit se faire de façon à minimiser le kilométrage, en tenant compte :

- de la localisation des producteurs dont la durée limite d'entreposage des biodéchets est atteinte ;
- des horaires d'ouverture de ces producteurs ;
- des aménagements urbains (ronds-points, voies étroites, sens uniques...) amenant à réaliser des manœuvres accidentogènes, comme les marches arrière qui doivent être évitées [50] ;
- des conditions de circulation (densité du trafic, travaux, conditions climatiques) ;
- du temps passé à :
 - attendre l'accès à l'aire de chargement/déchargement,
 - charger/décharger,
 - entretenir le relationnel avec le producteur,
 - se détendre en pause.

Pour lever la tension liée au temps, la pratique du « fini-parti » ou « fini-quitte » doit être évitée [50]. Cette pratique pousse les salariés à agir précipitamment, à faire plusieurs choses en même temps, au risque de se mettre en danger et de faire courir des risques aux personnes environnantes.

Cette tension liée au temps peut également être levée si la tournée intègre l'attente, parfois longue, pour accéder à l'aire de chargement/déchargement. Cette prise en compte évite que l'agent de collecte n'effectue son opération dans une aire non adaptée, au risque de créer un accident et de devoir déplacer les conteneurs sur une distance et un dénivelé demandant un effort physique important.

Le relationnel avec le producteur de biodéchets est essentiel pour que chacun puisse comprendre les contraintes de l'autre et que l'agent de collecte

puisse informer et former en continu le producteur aux bonnes pratiques de tri et de contrôle des conteneurs. Pour pouvoir gérer des relations difficiles, il est important que l'agent de collecte puisse être formé à la gestion des conflits (voir encadré 6). Les tensions avec les producteurs, et de façon générale tous les dysfonctionnements, sont enregistrés dans un outil (formulaire à remplir, cahier de bord...) afin de les faire remonter aux responsables.

L'agent de collecte manutentionne des conteneurs de biodéchets très denses et peut atteindre très rapidement la limite de manutention de 7,5 tonnes sur 8 heures de travail [33]. À l'instar des collectes de déchets ménagers, la durée effective de collecte des biodéchets (hors pause, temps de préparation et prise de douche après le service) ne doit en aucun cas dépasser les 6 heures consécutives [52]. Une pause de 30 minutes entre la 2^e et la 5^e heure de travail, voire une pause de 15 minutes

Encadré 6

Gestion des conflits

En cas de relation conflictuelle, l'agent de collecte peut, dans une certaine mesure, faire en sorte de l'apaiser par son comportement, ses paroles ou en faisant intervenir une tierce personne. En cas de tension avec un producteur, il est recommandé [51] :

- d'être à l'écoute de l'interlocuteur, de parler du problème de façon raisonnable sans hésiter à dire « Vous avez peut-être raison... » ;
- de rester calme et poli, mais ferme ;
- d'inviter la personne dont le comportement est agressif à poser des questions ;
- d'utiliser des mots simples, de répéter les explications si nécessaire ;
- d'utiliser la reformulation pour montrer que l'on comprend (ou pas) ;
- de faire connaître les limites de ses possibilités d'intervention pour répondre aux problèmes posés ;
- de ne pas répondre aux provocations ;
- d'éviter toute attitude agressive (bras croisés, mains sur les hanches, doigt pointé, bras levé) ;
- de garder physiquement ses distances ;
- de ne pas hésiter à quitter les lieux et à demander de l'aide.

toutes les 2 heures, permet aux salariés de récupérer. Ces dispositions sont à adapter en fonction des contraintes liées aux activités propres à chaque entreprise.

Lorsqu'il est seul, l'agent de collecte monte et descend du camion à de nombreuses reprises lors de sa tournée. Afin de diminuer les efforts physiques et de prévenir le risque de lombalgie, le camion disposera préférentiellement d'une cabine basse, équipée de sièges ergonomiques permettant de limiter les secousses et les vibrations. Le gabarit du camion sera également adapté aux routes empruntées de façon notamment à pouvoir manœuvrer dans des rues parfois étroites.

Différents engins permettent d'aider l'agent de collecte dans sa tâche. Toutefois, il doit au préalable bénéficier d'une formation à la conduite correspondant à l'engin qui lui est confié (engin de manutention, bras de levage hydraulique des camions multibennes, grue de chargement des camions) et disposer d'une autorisation de conduite délivrée par son employeur. Il est recommandé que cette autorisation de conduite repose sur le Caces approprié [27].

Le personnel doit également être formé à la conduite à tenir en cas de blessure ou de piqûre (par du matériel ou par des insectes) et disposer d'une trousse de premier secours dont le contenu est défini en collaboration avec le service de prévention et de santé au travail [53].

L'agent de collecte, comme tout professionnel intervenant sur la voie publique, doit porter un vêtement de signalisation à haute visibilité au minimum de classe 2 (de classe 3 si les collectes se font de nuit), répondant à la norme NF EN ISO 20471. Étant donné qu'il manutentionne des charges lourdes, contenant des biodéchets contaminés par des micro-organismes, il portera des vêtements couvrants et des gants étanches lavables, résistant aux manutentions.

De retour dans l'entreprise collectrice, il disposera de vestiaires, de sanitaires et de douches, nettoyés quotidiennement [54]. Ces installations lui permettent d'ôter ses vêtements de travail, de prendre une douche et d'enfiler ses vêtements de ville avant de quitter son travail.

Pour éviter de contaminer son entourage familial, l'agent de collecte ne doit pas rejoindre son domicile avec ses vêtements de travail ni les laver chez

lui, même moyennant une « indemnité de salis-sure ». Les vêtements de travail et équipements de protection individuelle (EPI) sont en effet « fournis gratuitement par l'employeur qui assure leur bon fonctionnement et leur maintien dans un état hygiénique satisfaisant par les entretiens, réparations et remplacements nécessaires » (article R. 4323-95 du code du travail). L'employeur peut établir un contrat avec une blanchisserie industrielle ou disposer de lave-linge spécifiques.

Des mesures de prévention complémentaires, précisées dans les paragraphes suivants, seront mises en œuvre en fonction des modes de collecte.

3.1. Camions avec hayon élévateur

Les camions équipés d'un hayon élévateur sont utilisés pour enlever les bacs sur roues, les caisses-palettes et les palettes. L'agent de collecte commence par placer dans son véhicule un nombre de conteneurs vides et propres correspondant au nombre de conteneurs pleins qu'il collectera lors de sa tournée. Une fois arrivé chez le producteur, l'agent de collecte descend du camion, baisse le hayon élévateur, ouvre les portes arrière, sort le nombre convenu de conteneurs propres qu'il déplace vers le local d'entreposage des biodéchets. L'agent de collecte déplace les conteneurs pleins vers son camion et les charge dans la « zone sale » où sont disposés les autres conteneurs pleins.

À l'intérieur du camion, les conteneurs pleins côtoient les conteneurs vides propres, qui risquent donc d'être souillés et de ne plus pouvoir être placés en zone propre chez le producteur de biodéchets. Pour limiter cela :

- les conteneurs pleins et vides seront physiquement séparés à l'intérieur du camion. Cette séparation peut se faire au moyen d'une cloison ou d'un rideau, constitués de matériaux résistants aux chocs et aux produits de nettoyage. Des barres ou des filets de maintien stabiliseront la charge dans le camion ;
- l'agent de collecte rappellera au producteur l'importance de :

- respecter la limite de remplissage des conteneurs,
- nettoyer l'extérieur des conteneurs pleins,
- nettoyer les conteneurs vides avant de les faire pénétrer dans la zone propre de son entreprise.

L'agent de collecte doit par ailleurs veiller à ce que les conteneurs propres restent toujours accessibles, au fur et à mesure du remplissage du camion par des conteneurs pleins. Des manutentions sont donc effectuées pour rapprocher régulièrement les conteneurs vides de la porte. Les caisses-palettes, les palettes seront manutentionnées à l'aide d'un transpalette ou d'un gerbeur motorisé (assurant une manutention plus aisée qu'un transpalette manuel) qui sera arrimé dans un endroit accessible du camion et de façon à rester immobile lors des déplacements routiers.

L'ouverture des portes arrière du camion peut générer des risques, tels que le renversement de l'agent de collecte par des véhicules, des pincements, des heurts de portes avec des éléments environnant le camion (un passant, un véhicule, un mobilier urbain). L'installation d'un rideau arrière à ouverture et fermeture verticales, avec commandes à action maintenue, ou radiocommandé depuis la cabine, permet de supprimer ces risques, ainsi que les efforts liés à l'ouverture manuelle des portes [55]. Il est aussi possible d'utiliser des camions dont le hayon une fois relevé fait office de porte arrière. Ce système offre une fermeture moins hermétique mais limite les risques de chutes brutales de conteneurs sur l'opérateur à l'ouverture de la porte arrière.

L'utilisation du hayon élévateur fait courir à l'agent de collecte des risques de percussion par des véhicules, d'écrasements de membres ou de la tête, de cisaillement du pied entre le hayon et le véhicule ou encore de chutes de hauteur par glissade ou entraînement par la charge [30].

Pour prévenir ces risques :

- le hayon possédera la même largeur que l'arrière du véhicule et une profondeur de 1,8 à 2 m ;
- il sera muni de garde-corps sur ses côtés pour éviter les chutes de personne et de charge ;
- il sera équipé de butées d'arrêt, de volets escamotables, de « roll-stop » ou équivalent pour retenir les conteneurs roulants [55] ;
- il sera maintenu propre ;

- son utilisation ne sera confiée qu'à des salariés ayant reçu une formation adéquate ;
- l'agent de collecte veillera à se placer à l'abri de la circulation avant d'activer le hayon au moyen d'une télécommande ou de commandes situées des deux côtés du camion.

3.2. Camions-bennes à ordures ménagères

Les camions-bennes à ordures ménagères (BOM) collectent les bacs sur roues, qui contiennent des biodéchets en vrac, en emballages primaires, ou encore en sacs compostables. L'agent de collecte va chercher les bacs sur roues placés sur le trottoir ou dans le local à déchets, adapte les bacs au système de lève-conteneur et actionne le mécanisme au moyen de commandes fixées sur les côtés de la benne. Une fois les biodéchets déversés dans la trémie du camion, l'agent de collecte remet les bacs là où il les a trouvés et remonte dans le camion.

La BOM doit être conforme à la réglementation européenne (directive « machines » 2006/42/CE), fournie avec une déclaration CE de conformité pour l'ensemble constitué du véhicule, de la benne/compacteur et du lève-conteneurs le cas échéant. Il est recommandé de choisir une BOM dont la déclaration CE précise explicitement qu'elle est conforme aux normes de la série NF EN 1501. Les bennes des véhicules doivent par ailleurs être étanches (règlement européen n° 142/2011). Pour la collecte des biodéchets, il est recommandé d'avoir des véhicules de collecte à étanchéité renforcée, possédant une cuve réceptrice de jus aisément vidangeable sur le site de valorisation.

Sachant qu'un agent de collecte de déchets ménagers manutentionne déjà en moyenne 7 tonnes par tournée [52] et que les biodéchets sont encore plus lourds, le risque de TMS est plus important pour les agents de collecte de biodéchets en bac [29]. Pour limiter ce risque, il convient de choisir un véhicule possédant un lève-conteneur automatique (se déclenchant sous la pression du conteneur) ou semi-automatique (se déclenchant par boutons sur le côté de la benne) [50].

Lors du déversement des biodéchets dans la trémie du camion, des accidents liés à la circulation ou au mécanisme de basculement des bacs peuvent se produire. Pour les prévenir :

- Les commandes à action maintenue du système de basculement seront préférentiellement disposées des deux côtés de la benne, afin que l'agent de collecte puisse l'activer du côté offrant le plus de sécurité par rapport à son environnement [48].
- Le mécanisme de basculement sera équipé de systèmes de sécurité empêchant l'écrasement de membres lors de son activation. Les panneaux de commande latéraux peuvent notamment offrir cette sécurité en rendant impossible l'accès aux zones de cisaillement et d'écrasement des éléments en mouvement lors de leur activation.
- Les systèmes de compactage et lève-conteneurs des BOM, y compris les protections et commandes associées, doivent faire l'objet d'une vérification générale périodique trimestrielle réglementaire, afin de déceler en temps utile toute détérioration pouvant conduire à des accidents [56].

Le déversement des biodéchets en vrac peut générer des projections et des bioaérosols, exposant l'agent de collecte aux micro-organismes contenus dans les biodéchets. De telles expositions peuvent également survenir lorsque des bacs défectueux se décrochent du système de basculement et tombent dans la trémie :

- Ces expositions étant plus importantes lorsque les biodéchets sont déversés en vrac, il est conseillé de les placer dans des sacs compostables, si cela est compatible avec les préconisations locales.

- Pour éviter les projections vers le visage et le corps, il est conseillé de limiter le taux de compaction de la BOM [57], et il convient que l'agent de collecte se positionne sur le côté, près des commandes, et porte des vêtements couvrants.
- Pour éviter le décrochage des bacs sur roues, il est important :
 - d'informer le producteur sur les procédures de maintenance des bacs et sur les différents points de contrôle des bacs (roues, collerette de préhension, poignée, couvercle, étanchéité...) [50] ;
 - de lui fournir les coordonnées de l'organisme qui pourra réparer ou échanger les bacs défectueux.
- Selon la consistance des biodéchets il peut être nécessaire de rehausser la trémie afin de limiter les éclaboussures de jus lors des déplacements du camion.

3.3. Camions multibennes

Les bennes des grands producteurs de biodéchets sont remplies avec des produits en vrac ou emballés, des matières pâteuses ou compactées. L'agent de collecte arrive chez le producteur au volant d'un camion portant une benne vide qu'il dépose au moyen d'un bras hydraulique, à la place libre prévue par le producteur. Le camion charge ensuite la benne pleine qu'il évacue (figure 7). En l'absence de place libre, l'agent de collecte dépose la benne vide, déplace la benne pleine, place la benne vide à l'emplacement initialement occupé par la benne pleine et charge celle-ci.



■ Figure 7. Chargement d'une benne désolidarisée de son compacteur

Les camions multibennes peuvent également enlever les bennes des PAV. La benne est alors généralement semi-enterrée ou enterrée, placée sous une dalle soulevée par des vérins hydrauliques actionnés par l'agent de collecte.

Pour limiter les manœuvres, et donc les risques de collision, le collecteur et le producteur de biodéchets doivent prévoir un emplacement libre pour déposer la benne vide à l'arrivée du camion multibennes.

Avant d'être enlevées, les bennes ouvertes seront bâchées en respectant les mesures de prévention décrites dans le chapitre « Bennes » du chapitre 2.3.1.

Les opérations de dépose et de chargement de bennes peuvent occasionner un risque d'écrasement de membres (voir encadré 7) qu'il est possible d'éviter en respectant certaines mesures :

- placer sur le corps des vérins de basculement avec liaison rigide, un verrouillage hydraulique normalement fermé au repos ;
- assurer le contrôle semestriel des vérins de toutes les bennes à portique et à bras hydraulique ;
- vérifier la planéité et la résistance de l'aire de dépôt à chaque positionnement de la benne et éloigner celle-ci de plus de 60 cm de tout obstacle ;
- actionner le bras hydraulique au moyen de commandes situées en cabine ou d'une télécommande actionnée depuis une zone sûre.

3.4. Camions munis d'une grue de chargement

Les camions munis d'une grue de chargement permettent de collecter les conteneurs des PAV. Le conteneur est soulevé par un crochet ou un système spécial de préhension situé sur le dôme solidaire ou sous le dôme de la borne qui doit alors être préalablement soulevé par l'agent de collecte. Celui-ci actionne la grue pour vider le conteneur au-dessus de la benne du camion par l'ouverture de trappes situées en fond de conteneur. Le conteneur est ensuite remis à sa place initiale et la grue repliée. Dans certains cas, le conteneur est

Encadré 7

Chargement de benne amovible

Un chauffeur arrive dans une entreprise avec un camion pour emporter une benne. Un ouvrier de cette entreprise entend un bruit et découvre le chauffeur écrasé entre la benne et le mur. Il semble qu'au cours du chargement de la benne, le chauffeur se soit déplacé pour se rendre compte de l'espace restant entre la benne et le mur et qu'à ce moment-là, la benne ait glissé sur le galet conique du support-plateau [12].

remplacé par un conteneur vide et sera ensuite déchargé et nettoyé dans le centre de valorisation.

Outre les risques liés au véhicule, les grues de chargement présentent de nombreux risques et font l'objet de règles concernant leur choix, leur mise en œuvre, leurs vérifications, leur maintenance et la formation du personnel. La grue doit notamment répondre aux prescriptions de la norme NF EN 12999 « Appareils de levage à charge suspendue - Grues de chargement ». Les mesures de prévention liées à l'usage des grues de chargement sont décrites dans le document ED 6278 de l'INRS [58].

L'enlèvement des conteneurs avec une grue peut générer des accidents par écrasement ou coincement. L'opérateur doit donc se placer à distance du débattement de la flèche de la grue et l'actionner au moyen d'une télécommande.

L'agent de collecte peut également être exposé à des projections de biodéchets en cas de chute accidentelle d'un conteneur, lors du déplacement d'un conteneur fuyard ou encore lors de l'ouverture de la trappe de fond du conteneur. Pour prévenir ce risque, il faut mettre en place les dispositions suivantes :

- manœuvrer les conteneurs au moyen d'une télécommande actionnée à distance du débattement de la flèche de la grue ;
- ouvrir et fermer le fond du conteneur par levier hydraulique actionné *via* la grue ;
- vérifier régulièrement les systèmes de sécurité d'accrochage de la grue et les systèmes de préhension des conteneurs, sans oublier la vérification générale périodique semestrielle ;

- en cas de conteneur fuyard, informer le responsable du PAV pour qu'il procède à sa réparation ou son remplacement le plus rapidement possible.

3.5. Camions hydrocureurs

Les camions hydrocureurs sont utilisés pour collecter les biodéchets pâteux entreposés dans les cuves de stockage post-broyeur (figure 8). L'agent de collecte approche le camion du point de pompage de la cuve, afin de les raccorder à l'aide de flexibles. La pompe du camion est activée et les biodéchets de la cuve sont aspirés vers la citerne du camion. Une fois vidée, la cuve est nettoyée. Les flexibles sont également nettoyés puis rangés le long du camion.

L'entreprise de collecte doit demander au producteur les caractéristiques physico-chimiques des biodéchets (composition, présence ou non de matières solides, viscosité, pH, température, gaz produits, point d'éclair...) afin de choisir le camion équipé du mode de pompage adéquat, qui peut se faire :

- à l'aide d'une pompe volumétrique : les biodéchets sont aspirés et refoyés dans la citerne du camion mise à l'atmosphère au moyen d'un évent ;

- sous vide : les biodéchets sont aspirés dans la citerne mise sous vide ; ce mode de transfert favorisant le dégazage n'est pas recommandé pour tous les types de biodéchets.

De même, il convient de choisir un camion équipé de flexibles adaptés aux caractéristiques physico-chimiques du biodéchet (notamment présence de gaz inflammable, produit corrosif...).

En cas de doute sur la compatibilité du matériel, des essais seront réalisés en collaboration avec le producteur.

La recommandation R 502 de la Cnam^b décrit les préconisations devant être suivies lors des travaux de pompage afin de sécuriser ces opérations [60]. Les risques et mesures de prévention sont spécifiques au mode de pompage et seront précisés dans le plan d'intervention établi par les deux entreprises. Ce plan prévoira le mode opératoire que devront suivre l'agent de collecte et le personnel du producteur. Ce document sera complété par [59] :

- une procédure d'arrêt d'urgence en cas de dysfonctionnement ou de fuite,
- une procédure de reprise en cas de surcharge de la citerne du camion.

Avant toute intervention, le balisage de la zone de dépotage sera réalisé et une autorisation de travail délivrée à l'agent de collecte.

Le pompage de la cuve peut entraîner des risques chimiques, d'incendie et d'explosion. Pour éviter ces risques, il convient de respecter les mesures suivantes :

- si la cuve est installée dans un local, l'agent de collecte doit vérifier la qualité de l'air avant d'entrer, grâce au détecteur de gaz fixe, ou à défaut, à l'aide du détecteur de gaz dont il est équipé [61] ;
- l'évent du camion doit rejeter les gaz dans une zone sûre, exempte de personne ou de source potentielle d'inflammation (appareil électrique par exemple). À défaut, l'évent doit être canalisé afin de pouvoir rejeter les gaz à une hauteur minimale de 4 m dans un endroit dégagé (absence de bâtiment, de personne, de source d'inflammation) et au moins à une quinzaine de mètres du camion, en tenant compte du sens du vent [60].



© Christine David / INRS/2021

■ Figure 8. Camion hydrocureur collectant une cuve de biodéchets

b. Cnam : Caisse nationale de l'assurance maladie.

Le pompage peut également occasionner des chutes si l'opérateur doit monter sur un équipement pour accéder au point de pompage, ou si les flexibles, mis sous pression, s'agitent lors de l'opération. Pour éviter cela, il convient de respecter les mesures suivantes :

- les opérations en hauteur se feront à partir d'une plateforme fixe avec escalier, équipée de protection collective contre les chutes de hauteur, ou à défaut à partir d'une PIRL ;
- une fois les flexibles correctement raccordés, l'opérateur en condamnera et balisera les abords (figure 9).

Le nettoyage des cuves peut exposer celui qui en est chargé à des gaz, des bioaérosols, voire des projections. On utilisera donc de préférence une cuve à nettoyage automatique. Sinon les expositions peuvent être limitées en suivant les recommandations suivantes :

- s'assurer avant d'ouvrir le trou d'homme que la cuve est vide au moyen des indicateurs de volume ou de poids dont elle dispose ;
- s'assurer également qu'elle n'est pas sous pression ;
- une fois le trou d'homme ouvert, vérifier l'absence de gaz à l'aide d'un détecteur. En présence de gaz, sortir du local ou s'éloigner de la cuve si elle est à l'air libre pour laisser les gaz dangereux s'évacuer. L'opération ne se poursuivra qu'une fois l'absence de gaz dangereux confirmée [38] ;



© Christine David / INRS / 2021

■ Figure 9. Raccordement au point de puisage extérieur de la cuve de biodéchets

- ne jamais entrer la tête ni pénétrer dans la cuve ;
- contrôler l'efficacité du nettoyage en éclairant l'intérieur de la cuve au moyen d'une lampe adaptée nettoyable et le cas échéant certifiée Atex (l'utilisation d'un téléphone portable ou d'une baladeuse standard est à proscrire) ;
- l'opérateur portera une combinaison à usage unique de type 4 [62], des gants étanches, un écran facial et un demi-masque filtrant anti-aérosols à usage unique (FFP2) [28].

3.6. Camions-citernes

Les camions-citernes sont utilisés pour collecter les biodéchets liquides contenus dans les citernes de stockage. Le camion-citerne est connecté par l'intermédiaire de flexibles à la citerne de stockage et le liquide est transféré par gravité, pompage ou différence de pression [44, 59]. Une fois l'opération terminée, les flexibles sont rangés le long du camion.

Selon la nature des liquides stockés (produits fermentescibles, boissons gazeuses...), différents types de gaz peuvent être émis. L'analyse des risques de ces biodéchets liquides détermine les mesures de prévention à mettre en œuvre lors du pompage des citernes de stockage. Ces mesures sont similaires à celles décrites plus haut pour les camions hydrocureurs.

Le transfert du liquide par le dôme du camion-citerne (dit déversement en pluie) doit être évité afin de supprimer les risques de chute de hauteur, de dégazage et de formation de bioaérosols [39]. S'il est nécessaire d'opérer par le dôme du camion, l'agent de collecte utilisera soit les systèmes de chargement/déchargement prévus par le producteur (système manœuvré à partir du sol, passerelle munie de protection collective contre les chutes de hauteur à laquelle on accède par un escalier), soit les protections installées sur la citerne du camion (passerelle équipée de protections collectives contre les chutes de hauteur).

Pour éviter les risques lors du nettoyage de l'intérieur des citernes (voir le chapitre 4.3.2), l'entreprise de collecte choisira des camions-citernes munis d'un système de nettoyage intégré.



4. Les centres de valorisation de biodéchets

Les centres de valorisation par méthanisation ou compostage réceptionnent les biodéchets en vrac ou conditionnés, apportés par différents types de camions, et doivent donc adapter leurs infrastructures pour effectuer :

- le déchargement des différents types de camions, ainsi que le contrôle des biodéchets entrant ;
- le déconditionnement des biodéchets en emballages primaires, en UVC, ou en palette ;
- le nettoyage des différents types de conteneurs et de camions.

Ces opérations doivent se faire dans des délais relativement courts, sachant que « les sous-produits animaux doivent être convertis ou traités le plus rapidement possible après leur arrivée à l'usine de production de biogaz ou de compostage. Ils doivent être entreposés convenablement jusqu'à leur traitement » [14].

L'accueil des collecteurs qui viennent décharger et laver leur camion sur le site de valorisation nécessite l'élaboration d'un plan de prévention, établi conjointement par le collecteur et le valorisateur. Ce plan précise les risques générés par cette coactivité, depuis l'arrivée du véhicule jusqu'à son départ, et les mesures de prévention à respecter par les deux parties. Sont précisés notamment, le plan de circulation des véhicules dans le centre de valorisation, les modes opératoires de déchargement et de lavage, les protections individuelles et la conduite à tenir en cas d'accident. Un local

de repos avec sanitaires est mis à disposition des agents de collecte.

Pour sécuriser et fluidifier la circulation sur le site, le centre de valorisation doit :

- indiquer clairement les voies de circulation des camions, des engins et des piétons [63] ;
- prévoir une aire de stationnement pour les camions en attente de déchargement et de lavage ;
- limiter au strict minimum le nombre de camions, d'engins et de personnes présents simultanément dans une même zone ;
- installer éventuellement un feu de signalisation (couplé à l'ouverture des portes, dans le cas du hall de réception) pour informer le chauffeur de l'accessibilité à une zone.

Différents engins de manutention permettent d'aider les personnels du centre de valorisation. Ces personnels doivent bénéficier d'une formation à la conduite correspondant à l'engin qui leur est confié et disposer d'une autorisation de conduite délivrée par leur employeur. Il est recommandé que cette autorisation de conduite repose sur le Caces approprié [27].

Les biodéchets déversés à même le sol peuvent provoquer des glissades et être dispersés par les roues des engins. C'est également le cas lorsque les biodéchets sont malencontreusement déversés à côté de la fosse ou de la table de tri, ou du fait de projections lors du déversement.

Pour limiter ces risques :

- le sol de la zone de déchargement sera constitué d'une dalle étanche, pourvue d'un revêtement anti-dérapant et d'une inclinaison permettant l'évacuation des eaux issues des biodéchets et des lavages vers un point de récupération ;
- la table de tri possédera des rebords assez hauts pour éviter l'écoulement des biodéchets au sol ;
- une fois triés, les biodéchets sur la table seront déversés dans la fosse par un mécanisme de basculement équipé de systèmes de sécurité empêchant l'écrasement de membres lors de son activation ;
- les abords de la fosse seront gardés propres en y repoussant les déchets à l'aide d'un balai-raclette ;
- les sols et les roues des engins circulant sur les biodéchets seront nettoyés au minimum une fois par jour pour limiter leur contamination.

Plus généralement, les surfaces recevant les biodéchets seront constituées de matériaux résistants aux produits de nettoyage et de désinfection.

Pour lutter contre les risques résiduels après mise en place de mesures de prévention collective, il peut être nécessaire de faire porter des EPI aux personnels :

- un vêtement de signalisation à haute visibilité de classe 2, répondant à la norme NF EN ISO 20471, lors de tâches à proximité des engins ;
- des vêtements couvrants et des gants lors de la manipulation de biodéchets ;
- des bottes antidérapantes lors d'activités dans des zones pouvant être glissantes (sol recevant les biodéchets, aire de lavage...) ;
- un appareil de protection respiratoire muni de filtres combinés A2B2K2P2 lors d'interventions de courte durée exposant aux gaz et bioaérosols ;
- un écran facial pouvant compléter un demi-masque lors de tâches générant des projections.

La tenue des personnels effectuant le nettoyage manuel est décrite dans le chapitre 4.3.

Les vêtements de travail et EPI sont « fournis gratuitement par l'employeur qui assure leur bon fonctionnement et leur maintien dans un état hygiénique satisfaisant par les entretiens, réparations et remplacements nécessaires » (article R. 4323-95 du code du travail). L'employeur peut établir un contrat avec une blanchisserie industrielle ou disposer de lave-linge spécifiques. Les personnels ne doivent

pas rentrer à leur domicile avec leurs vêtements de travail ni les laver chez eux, même moyennant une « indemnité de salissure », pour éviter de contaminer leur entourage familial.

4.1. Déchargement des biodéchets

Lors du déchargement du camion, un contrôle visuel est effectué pour juger de la nature et de la qualité des biodéchets apportés sur le site. Les conteneurs faisant l'objet d'un contrôle manuel peuvent également être déversés par un engin sur une table de tri. Les biodéchets sont ensuite déversés dans une fosse, une trémie ou à même le sol sur une dalle étanche avant d'être repris par un grappin, un équipement en fond de fosse ou une chargeuse pour être dirigés vers l'unité de déconditionnement ou l'unité de préparation du mélange destiné à être méthanisé ou composté.

Ces opérations se déroulent dans un hall de réception distinct des autres secteurs considérés comme non souillés. Ce hall est fermé et bien ventilé afin de limiter les hausses de températures favorables à la multiplication des micro-organismes producteurs de gaz et de compenser l'air extrait par les systèmes de captage. Cette ventilation générale doit être régulièrement entretenue et contrôlée.

Le salarié du centre de valorisation qui se trouve dans le hall de déchargement pour réguler les opérations et contrôler la qualité des biodéchets, encourt des risques de collision et d'écrasement par les camions et les engins. Pour limiter ces risques, il convient de respecter les préconisations relatives à la circulation décrites plus haut, ainsi que les mesures suivantes :

- utiliser préférentiellement des moyens vidéo pour contrôler les opérations et la qualité des biodéchets déversés ;
- installer un système de prélèvement automatique au poste de dépotage des camions hydrocureurs et camions-citernes ;
- placer la table de tri à l'écart de la circulation des engins ;

- faire intervenir l'opérateur de contrôle en dehors de toute présence de camion ou d'engins en mouvement.

Le déchargement des biodéchets peut générer des gaz dangereux et des bioaérosols. Pour éviter que les personnels ne soient exposés, il faut :

- capter l'air de la zone de déversement et de la table de tri, et rejeter cet air à l'extérieur du bâtiment, loin des prises d'air neuf et des zones de présence humaine ;
- contrôler la qualité de l'air ambiant au moyen de détecteurs de gaz, choisis en fonction de l'évaluation des risques [37] ;
- faire porter un détecteur de gaz aux personnes intervenant dans la zone de déchargement [61] ;
- ne pas marcher parmi les biodéchets déversés au sol pour retirer à la main les indésirables, mais trier et retirer ces derniers à l'aide d'un engin.

De plus, pour limiter l'exposition de l'opérateur aux gaz d'échappement, il est recommandé d'utiliser des engins de manutention électriques ou à défaut, à moteur diesel muni de filtre à particules [64].

Les opérations autour de la fosse peuvent conduire à des chutes accidentelles dans celle-ci. Pour prévenir ce risque, il faut :

- mettre en place des moyens physiques de protection empêchant toute chute de personne ou de conteneur dans la fosse ou sur le convoyeur : une fermeture complète de l'orifice actionnée mécaniquement, un garde-corps métallique de 1,10 m de haut (avec lisse à mi-hauteur), une barrière au-dessus d'un muret, une barrière qui s'ouvre à l'approche du camion... ;
- prévoir un dispositif d'arrêt d'urgence de l'engin de reprise (vis sans fin, fond mobile...) de la fosse [65] ;
- si cela est techniquement possible, équiper la fosse d'un système de détection de personne par ondes radioélectriques. Ce dispositif conditionné au port d'un badge par la personne ne constitue pas une protection collective [66] ;
- laisser pendre un câble ou une chaîne permettant la remontée d'une personne accidentellement tombée dans la fosse, ou installer sur la paroi intérieure (à environ 1,5 m du sol) des fixations encastrees permettant la pose rapide d'un moyen de remontée des personnes dans la fosse [65].

Encadré 8

Intervention sur une vis sans fin d'une trémie

Un cadre d'une unité de méthanisation est intervenu dans une trémie pour débloquer une des vis sans fin à l'aide d'un couteau, avant le déchargement de nouveaux intrants. Le cadre est tombé de la vis glissante (réception de déchets d'abattoirs gras), s'est cogné la tête et a perdu connaissance. L'agent de collecte qui attendait à l'extérieur pour décharger ses déchets a vu l'accident et a immédiatement alerté le technicien de maintenance et les secours. Il s'est avéré que le cadre a été intoxiqué par la présence de 380 ppm de sulfure d'hydrogène (H₂S) dont la VLEP* court terme est de 10 ppm. L'entreprise possédait un détecteur mais celui-ci était dans les locaux administratifs [12].

*VLEP : Valeur limite d'exposition professionnelle.

En cas d'intervention programmée dans la fosse, il convient de respecter les mesures de consignation/déconsignation (voir encadré 8) et la procédure d'intervention en espace confiné : vérification de l'atmosphère avec un détecteur quatre gaz avant de pénétrer, port d'un détecteur par l'opérateur, présence obligatoire d'un surveillant... [38].

Des mesures de prévention spécifiques supplémentaires sont appliquées lors du déchargement, selon le type de camion.

4.1.1. Les camions avec hayon élévateur

Les conteneurs et palettes sont transférés du camion vers un quai ou descendus sur le sol du hall de réception. Les risques et mesures de prévention lors du déplacement des conteneurs et de l'ouverture du hayon sont les mêmes que ceux décrits lors de la collecte chez le producteur (voir chapitre 3.1).

Si les centres de valorisation possèdent des quais de déchargement, ces derniers doivent être conçus et équipés de façon à limiter les risques de chute ou d'écrasement. De nombreuses mesures

de prévention, décrites dans le document ED 6059 [67], concernent :

- le positionnement des quais,
- le profil de la chaussée devant les quais,
- les guide-roues,
- les dispositifs de mise à quai automatiques,
- les portes de quai et leurs encadrements,
- le blocage et le calage des véhicules,
- les matériels de jonction quai-camion,
- l'éclairage.

Le déversement manuel des conteneurs dans la fosse, la trémie ou sur un convoyeur nécessite des efforts importants pouvant conduire à des écrasements et des TMS. Le déversement des conteneurs doit donc être effectué au moyen de systèmes mécanisés :

- Les bacs sur roues sont placés sur des mécanismes de retournement motorisés (comparables à ceux des BOM), positionnés en bordure de fosse (figure 10). Le ou les mécanismes installés côte à côte sont actionnés à distance par appui maintenu, pour éviter tout accident en cas de rupture de colle-rette et toute projection et inhalation de bioaérosols.
- Les caisses-palettes et les palettes sont manutentionnés à l'aide d'un gerbeur-retourneur motorisé (figure 11).



Figure 10. Basculement des bacs sur roues au-dessus de la fosse

4.1.2. Les camions-bennes à ordures ménagères

Les BOM déversent directement les biodéchets dans une fosse ou sur une dalle située dans le hall de réception.

Lorsqu'il s'agit d'une fosse, elles s'en rapprochent à reculons au risque d'y tomber ou de faire tomber le personnel travaillant à proximité (voir encadré 9). Selon les installations, différentes mesures de prévention peuvent être envisagées :

- régler les manœuvres de déchargement des véhicules par un système de signalisation à feux bicolores, commandés depuis le local de contrôle [65] ;

Encadré 9

Accident de déchargement de BOM

Alors que le chauffeur d'une BOM entame sa manœuvre pour mettre la benne en position de vidage, un ripeur qui l'accompagnait quitte la cabine. Le chauffeur poursuit sa marche arrière et entend le ripeur crier. Après avoir stoppé le camion, le chauffeur trouve le ripeur sous le châssis entre les roues arrière. La victime transportée à l'hôpital souffrait de l'épaule, présentait trois côtes fracturées et des lésions au niveau des lombaires [12].

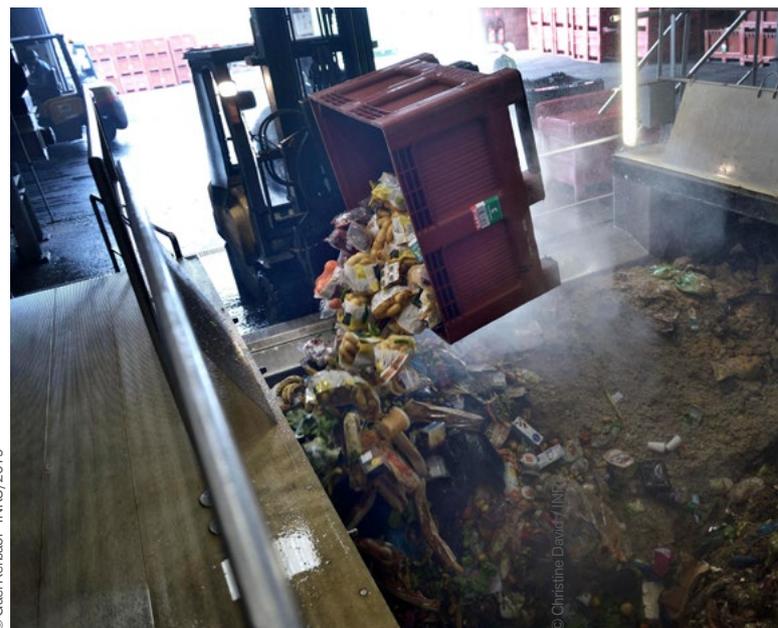


Figure 11. Basculement des caisses-palettes au-dessus de la fosse

- installer un rebord de quai d'une hauteur d'au moins 20 cm et d'une largeur d'au moins 40 cm [68], muni d'une arête franche du côté du véhicule [65] ;
- envisager l'installation d'une poutre butoir qui bloque le caisson levant, afin de réduire le risque de basculement du camion dans la fosse [68] ;
- concevoir des îlots de protection permettant au personnel d'assurer en sécurité la bonne marche de l'opération.

Les camions sortant du hall de réception, benne levée, risquent de heurter des éléments du bâtiment. Il faut donc :

- dimensionner le bâtiment de façon à ce que les bennes levées puissent sortir ;
- installer des indicateurs de hauteur maximale (barre de signalisation...) ;
- protéger les infrastructures en hauteur.

4.1.3. Les camions multibennes et camions munis de grue de chargement

Une fois le camion arrivé dans le hall de réception, la benne est dressée pour vider son contenu (figure 12).

Les risques et mesures de prévention liés aux véhicules manœuvrant à proximité d'une fosse sont les mêmes que ceux décrits ci-dessus pour les BOM.

L'ouverture manuelle des portes ou ridelles de la benne nécessite un effort physique et peut entraîner des pincements, voire l'écrasement du collecteur par le chargement ou sa chute dans la fosse. Pour éviter ces risques, il convient de proscrire les bennes avec portes à double vantaux ouvrant à la française et de choisir des bennes avec porte arrière basculante. L'ouverture des portes ou des ridelles de la benne s'effectuera par déverrouillage latéral.

Le basculement de la benne, peut occasionner des écrasements de personne sous le chargement et des renversements du véhicule avec écrasement de personne sous le véhicule. Différentes mesures de prévention peuvent limiter ces risques :

- le basculement de la benne est commandé à distance depuis la cabine par le collecteur ayant bouclé sa ceinture de sécurité [55] ;



© Philippe Castano pour l'INRS/2019

Figure 12. Déchargement d'une benne

- un système antirenversement de benne permet d'aider le collecteur à contrôler l'inclinaison de la benne en toute sécurité [55] ;
- une caméra avec microphone permet de suivre le déchargement, de voir et d'entendre toute personne présente dans la zone [55] ;
- personne ne doit se trouver à l'arrière la benne ni dans son environnement immédiat. Le signaleur éventuel doit se trouver à l'avant de la cabine pour guider la manœuvre [69].

4.1.4. Les camions hydrocureurs

Les camions hydrocureurs peuvent vidanger leur contenu par basculement de la citerne dont l'arrière s'ouvre au-dessus d'une fosse. Les biodéchets peuvent également être déposés au moyen de flexibles plongés dans une trémie ou raccordés à une canalisation reliée au réservoir de stockage. Dans ce dernier cas, les biodéchets sont aspirés grâce à une pompe de relevage du site ou sont évacués sous pression grâce à la pompe du camion.

Le déversement des biodéchets par basculement de la citerne du camion peut émettre des gaz, des bioaérosols et des projections. Il est donc recommandé de privilégier le dépôtage par raccordement à des canalisations.

Afin d'éviter les mélanges de produits et les débordements lors du dépotage par raccordement, le centre de valorisation devra :

- différencier et identifier de manière indélébile les vannes et les tuyauteries alimentant les réservoirs de stockage [59] ;
- munir les extrémités des tuyauteries de bouchons cadencés ou de brides pleines [43] ;
- indiquer clairement le sens d'ouverture et de fermeture des vannes manuelles [43] ;
- équiper les réservoirs de stockage d'une jauge volumétrique dont le niveau est aisément contrôlable ou à défaut, d'un limiteur de remplissage [59].

D'autres mesures de prévention des risques lors du transfert des biodéchets par pompage sont décrites dans le chapitre 3.5.

À défaut de dépotage par raccordement, lorsque les flexibles du camion hydrocureur sont plongés dans l'ouverture d'une trémie, il faut :

- installer des barreaux de sécurité antichute au-dessus de la trémie ;
- immobiliser le flexible à travers les barreaux de sécurité antichute, afin qu'il ne risque pas de heurter les personnes ou de projeter des biodéchets en dehors de la trémie ;
- condamner et baliser les abords des flexibles ;
- si la trémie est située à l'intérieur d'un bâtiment, aspirer l'air au-dessus de la trémie et le rejeter à l'extérieur du bâtiment.

En cas de déchargement de la citerne au-dessus d'une fosse, les risques et mesures de prévention liés aux véhicules manœuvrant à proximité de la fosse sont les mêmes que ceux décrits dans le chapitre 4.1.2 sur les BOM.

4.1.5. Les camions-citernes

Le déchargement des camions-citernes s'effectue par pompage ou sous pression, au moyen de flexibles raccordés à des canalisations spécifiques. Une fois la citerne vidée, les flexibles sont rangés le long du camion.

Les risques et mesures de prévention sont les mêmes que ceux décrits précédemment pour le dépotage des camions hydrocureurs par raccordement.

Pour optimiser le dépotage par raccordement, il peut être nécessaire, pour certains camions, d'ouvrir le trou d'homme de la citerne. Or certains biodéchets, comme les matières stercoraires^c, peuvent produire beaucoup de gaz. Il est alors recommandé à l'opérateur ouvrant le trou d'homme de porter un masque équipé de filtres combinés A2B2K2P2.

4.2. Déconditionnement des biodéchets

Les biodéchets arrivés conditionnés en emballages primaires, en UVC et sur palettes doivent être séparés de leurs emballages en plastique, carton, aluminium ou verre, afin de pouvoir être convenablement exploités par le centre de valorisation.

Les palettes sont déconditionnées manuellement à l'aide de couteaux ou de cutters. Les déchets en emballages primaires et UVC sont déversés dans une trémie puis dirigés mécaniquement vers une unité de déconditionnement automatisée, pouvant combiner différents types d'équipements [70].

Les emballages peuvent être déchiquetés dans un broyeur équipé d'un axe rotatif muni de marteaux, ou équipé de deux axes rotatifs munis de couteaux.

La matière organique peut ensuite être séparée en passant :

- à travers le crible d'un broyeur, d'un rouleau compresseur, d'une presse à piston ou d'une presse à vis. Les débris d'emballages retenus sont évacués en bout de cylindre ;
- à travers le crible d'un pulpeur (cuve équipée d'un bras rotatif muni d'une pale permettant d'homogénéiser la matière organique). Les débris d'emballages lourds décantent et les plus légers sont criblés par d'autres procédés ;
- dans un hydrocyclone, qui sépare par centrifugation les fragments d'emballage légers vers le haut et la matière organique vers le bas.

La matière organique (alors appelée « soupe ») et les fragments d'emballage sont évacués chacun vers leur lieu d'entreposage, par circuit

c. Stercoraire : relatif aux excréments.

hydraulique, aspiration, convoyeur, vis sans fin, ou encore par conteneurs.

La matière organique est stockée dans des cuves en attendant son utilisation. Selon le type de valorisation, cette matière organique peut être mélangée à d'autres déchets avant d'alimenter le méthaniseur ou la plateforme de compostage. Les centres de valorisation recevant des SPAn 3 crus ou cuits ont en plus l'obligation de procéder à une hygiénisation (montée en température pour détruire la flore microbienne) au cours du procédé, comme le spécifie l'agrément sanitaire qu'ils détiennent [1].

Le déconditionnement génère différents risques qu'il est nécessaire de maîtriser par des mesures de prévention adéquates.

L'ouverture manuelle des conditionnements au moyen d'outils coupants génère des risques de coupures et de TMS. Le déconditionnement manuel des biodéchets est donc fortement déconseillé. S'il s'avère nécessaire en cas de dysfonctionnement des automates, il convient de respecter les mesures de prévention décrites au chapitre 2.5.

L'automatisation du déconditionnement peut toutefois générer des risques qu'il faut prévenir.

Les machines mises en œuvre doivent être conformes à la réglementation en vigueur et posséder un marquage CE ainsi qu'une déclaration CE de conformité. Tout ensemble de machines (plusieurs machines disposées et commandées



© Jacques Leichte/NRS/2021

■ Figure 13. Matière organique réceptionnée dans des caisses-palettes sous le déconditionneur

solidairement) doit posséder un marquage unique commun et une déclaration CE de conformité.

L'installation doit être régulièrement entretenue et contrôlée en fonction des recommandations du fabricant. Lors d'interventions dans le cadre de la maintenance ou en cas de dysfonctionnement, il convient de respecter les instructions décrites dans la notice d'instruction, notamment en mettant en place les procédures de consignation et déconsignation [23].

Les mécanismes en rotation des machines (vis sans fin, pales ou couteaux fixés sur un axe rotatif...) peuvent occasionner des écrasements, heurts, chocs, coupures (voir encadré 10). Aussi les appareils doivent être conçus et posséder des protecteurs ou dispositifs de protection de façon à empêcher l'accès aux éléments mobiles dangereux.

L'extraction de la soupe se fait en partie basse de l'installation de déconditionnement. Pour prévenir les risques à ce niveau :

- l'installation doit posséder une trappe d'évacuation suffisamment haute pour positionner dessous un conteneur ou un convoyeur (figure 13) ;
- le conteneur réceptionnant la soupe doit être équipé de roues bloquantes ou pouvoir être manutentionné à l'aide d'un engin motorisé ;
- les projections créées lorsque la soupe tombe dans le conteneur ou le convoyeur doivent être confinées au moyen d'une jupe constituée de matériaux résistants aux chocs et aux produits de nettoyage ;

Encadré 10

■ Accident de convoyeur

Un mécanicien d'une plateforme de compostage essaie d'enlever des plastiques coincés dans le tapis de refus, lorsque son gant est accroché par une pièce métallique en mouvement. Son bras est alors pris entre le tambour du tapis de refus et l'armature du tapis d'alimentation du bioréacteur cylindrique. Un bouton d'arrêt d'urgence positionné côté gauche n'étant pas accessible par le mécanicien, le tapis a été arrêté par le déclenchement du disjoncteur thermique. Une fois dégagée, la victime présentait des plaies, des brûlures et des hématomes au bras et à la main [12].

- les gaz pouvant sortir de cet orifice doivent être captés à la source et rejetés à l'extérieur du bâtiment, loin des prises d'air neuf.

La soupe est constituée de matière organique qui continue à être dégradée par les micro-organismes pouvant produire des gaz tels que H₂S, NH₃, CO₂, CH₄... Lorsqu'elle est stockée dans une citerne, il faut :

- choisir une citerne équipée d'un système de vidange total, afin d'éviter l'accumulation de biodéchets en fond de cuve qui pourrait enclencher une fermentation précoce lors du remplissage suivant ;
- équiper la citerne d'un dispositif permettant d'évacuer les gaz et d'éviter tout risque de surpression pouvant amener à la rupture. Le relargage de ces dispositifs se fera à l'écart des zones de passage ou de présence humaine, d'équipements électriques ou d'équipements présentant des surfaces chaudes. Une filtration anti-aérosols sera placée sur les orifices d'évacuation, afin de retenir les micro-organismes entraînés par les gaz ;
- déterminer le zonage Atex autour de la citerne (canalisations convoyant la soupe, sorties du dispositif permettant d'évacuer les gaz, zone de pompage...). Tout appareil électrique ou non électrique utilisé doit être compatible avec ce zonage [36] ;
- si la citerne est située dans un local fermé :
 - les gaz doivent être évacués à l'extérieur du local au moyen d'un dispositif situé en hauteur, loin des prises d'air neuf, des zones de passage ou des locaux de travail,
 - le local doit être équipé d'une ventilation générale mécanique,
 - des détecteurs de gaz placés dans le local doivent contrôler la qualité de l'air [37].

Le nettoyage intérieur de la citerne est nécessaire pour évacuer les résidus présents sur les parois et éviter le départ précoce de la fermentation. Pour ne pas exposer les opérateurs aux agents biologiques et chimiques lors du nettoyage, il convient :

- d'intégrer à la cuve, dès sa conception, un système de nettoyage automatique à l'aide de buses à haute pression, permettant d'atteindre toutes les zones de la cuve ;
- d'augmenter la fréquence des nettoyages dès que la température ambiante atteint 25 °C.

4.3. Nettoyage des conteneurs et des camions

Après avoir été vidés, les conteneurs tels que les bacs sur roues et les caisses-palettes sont nettoyés et désinfectés (règlement (UE) 142/2011), puis entreposés dans un local avant d'être récupérés par le collecteur. De même, les roues des camions et les parties souillées par les biodéchets (BOM, benne, citerne...) sont nettoyées et désinfectées avant de quitter le site (règlement (UE) 142/2011).

Pour une efficacité maximale, la désinfection doit suivre certains principes (voir encadré 11), retranscrits dans une procédure précisant le matériel, les produits, le protocole (dilution, temps de contact...), les surfaces à traiter, les mesures de prévention des risques à respecter [71].

Encadré 11

Les principes de la désinfection

La désinfection diminue le nombre de micro-organismes présents au moment de l'opération à un niveau jugé acceptable. Elle n'élimine pas tous les micro-organismes. Si les conditions sont favorables, ces derniers recolonisent rapidement la surface.

Le désinfectant est choisi selon les micro-organismes à éliminer. Etant donné la flore identifiée dans les biodéchets, il est recommandé d'utiliser un désinfectant bactéricide, fongicide, levuricide et sporicide pour traiter les surfaces entrées en contact avec les biodéchets. Ce produit doit répondre aux normes concernant le domaine industriel : NF EN 1276 ou NF EN 13697 (activité bactéricide), NF EN 1650 ou NF EN 13697 (activité fongicide et levuricide) et NF EN 13704 (activité sporicide).

Pour une efficacité maximale (afin qu'il ne se fixe pas sur les salissures, mais bien sur les micro-organismes), le produit désinfectant doit être appliqué après le nettoyage effectué avec un tensioactif. Des produits « 2 en 1 » mélangeant tensioactif et désinfectant ne sont conseillés que sur des surfaces visiblement propres [72].

L'application des produits de nettoyage et de désinfection par jet d'eau sous pression ou par frottement avec un balai-brosse génère des aérosols et projections de produits chimiques et d'eau contenant les micro-organismes des biodéchets. Ces micro-organismes et produits chimiques peuvent être inhalés et ingérés (en se léchant les lèvres atteintes par les projections ou en portant les mains souillées à la bouche). Ces agents biologiques et chimiques peuvent avoir des effets néfastes sur la santé (atteintes digestives ou respiratoires, allergies...). De plus, l'opération de nettoyage peut provoquer des TMS, des lombalgies et des coincements de membres (voir encadré 12).

Encadré 12

■ Accident lors du nettoyage d'un conteneur

Un opérateur ouvre le couvercle d'un GRV et vérifie qu'il est vide avant de le nettoyer. Il ouvre la vanne de fond, positionne la tête de lavage à la place du couvercle et la met en action. Il utilise le temps de lavage intérieur pour opérer un lavage extérieur à l'aide d'un jet d'eau à haute pression. Lors de l'ouverture du couvercle maintenu par ergots, celui-ci est projeté au visage de l'opérateur. La victime a été hospitalisée souffrant d'un traumatisme facial [12].

Pour éviter ces risques, il est conseillé d'utiliser des armoires ou tunnels de lavage pour conteneurs, et des tunnels de lavage pour camions, répondant à un certain nombre de critères :

- ces installations doivent s'adapter à tous types de conteneurs ou de camions entrant sur le site ;
- les buses ou rouleaux doivent pouvoir nettoyer les surfaces intérieures et extérieures des conteneurs et les surfaces supérieures, inférieures et latérales des camions (figure 14) ;
- l'installation doit être capotée de façon à confiner les aérosols et les projections émis lors du nettoyage ;
- la mise en route de l'installation doit se faire au moyen de commandes déportées permettant de mettre l'opérateur à distance des aérosols et des projections ;
- l'installation doit posséder un dispositif d'arrêt d'urgence, si ce dernier permet d'arrêter la machine

de façon plus rapide et plus sûre que l'arrêt normal en cas d'incident.

Dans certaines circonstances (défaillance de l'installation de lavage, surfaces non accessibles par lavage automatique), le nettoyage se fera manuellement sur une aire dédiée en respectant des mesures de prévention spécifiques :

- l'aire sera éloignée des zones de passage afin de limiter le nombre de personnes exposées ;
- si elle est située dans un local, celui-ci sera ventilé et l'air extrait rejeté, après filtration à haute efficacité, loin des prises d'air neuf ;
- le sol possédera un revêtement antidérapant et une inclinaison permettant l'évacuation des eaux, limitant ainsi les risques de chute par glissade ;
- les eaux de lavage ne seront pas réemployées en circuit fermé, afin de limiter la prolifération et la dissémination des micro-organismes.

Le lavage manuel se fera avec un balai-raclette, un balai humide ou au jet d'eau basse pression, en équipant l'opérateur d'un vêtement couvrant imperméable, de bottes imperméables, de gants étanches résistant aux contraintes physiques et aux produits de nettoyage/désinfection, d'un



© Philippe Castano pour l'INRS/2019

■ Figure 14. Tunnel de lavage des bacs sur roues

Encadré 13

■ Protocole de déshabillage pour l'usage du jet d'eau à haute pression

Avant de commencer le nettoyage au jet d'eau à haute pression, l'opérateur (personnel du centre ou agent de collecte) enfile les EPI. Une fois le nettoyage terminé, l'opérateur rince les EPI réutilisables (veste, pantalon, bottes), enlève son écran facial pour le rincer, lave en même temps les gants encore sur les mains, ôte les gants, met les EPI à sécher, enlève et jette son demi-masque dans la poubelle, puis se lave les mains. L'agent de collecte place ses EPI rincés dans un sac plastique propre qu'il ramène dans son camion et met à sécher en arrivant dans l'entreprise collectrice.

écran facial et d'un demi-masque filtrant anti-aérosols à usage unique (FFP2) (voir encadré 13).

À proximité immédiate de l'aire de lavage on prévoira un local équipé :

- d'au moins un banc permettant à l'opérateur d'enfiler et d'ôter ses EPI ;
- de patères pour suspendre les vêtements ;
- d'un point d'eau pour nettoyer les EPI réutilisables et se laver les mains, avec du savon liquide, des essuie-mains en papier à usage unique et une poubelle avec couvercle à commande non manuelle ;
- de moyens de suspension pour faire sécher les EPI réutilisables lavés (pantalons, vestes, gants, écrans faciaux),

4.3.1. Les conteneurs

Après nettoyage, les conteneurs propres sont entreposés dans un local dédié, permettant de les préserver de toute contamination. Pour limiter les manutentions, ce local sera situé près des zones de lavage et de la zone de chargement des camions de collecte.

Le gerbage des caisses-palettes se fait au moyen de transpalettes ou de gerbeurs motorisés, permettant leur déplacement sans effort physique important. La hauteur de stockage maximale sera affichée et respectée.

Chaque lot de conteneurs dédié à un collecteur sera entreposé de façon à être facilement

accessible sans avoir à déplacer les autres conteneurs et à permettre les manœuvres des engins de manutention motorisés.

Deux zones du local clairement repérées seront réservées au stockage momentané des conteneurs détériorés destinés soit à la réparation soit à la destruction.

4.3.2. Les camions

En cas de dysfonctionnement du tunnel de lavage, ou pour nettoyer les parties difficilement accessibles des camions, il peut être nécessaire d'effectuer un lavage manuel à l'aide d'un jet d'eau sous pression. Les mesures de prévention décrites précédemment devront être respectées ainsi que celles qui suivent :

- l'opérateur nettoiera les parties hautes du camion à partir d'une passerelle fixe munie de protections collectives contre les chutes de hauteur (figure 15) ;



© Yves Cousson - INRS/2009

■ Figure 15. Mise en place d'une passerelle pour accéder à la partie supérieure du camion

- la longueur de la lance de nettoyage sera supérieure à 1,5 mètre afin d'écartier le plus possible l'opérateur des projections. Une potence ou un bras de lavage, permettra d'aider à la manutention de la lance [73] ;
- le sol de l'aire de lavage sera rincé en fin d'opération ;
- le nettoyage intérieur du camion se fera sur cette même aire, à l'aide d'un aspirateur relié à un système d'aspiration centralisé.

Des mesures de prévention complémentaires doivent être suivies selon le type de camion à nettoyer.

Les camions avec hayon élévateur

Étant donné que ces camions transportent des conteneurs propres, un bon niveau de propreté des surfaces est exigé. Toutes les surfaces intérieures seront nettoyées au jet d'eau additionné de produits de nettoyage et de désinfection (obligatoire à chaque déchargement en présence de SPAn). L'eau de rinçage sera ensuite évacuée au moyen d'une raclette.

Si une surface a été visiblement souillée par des débordements de biodéchets, il est recommandé :

- de ne pas appliquer de jet d'eau à haute pression sur les souillures pour ne pas disperser la contamination ;
- de ramasser les déchets au moyen d'une raclette et d'une pelle et d'essuyer les salissures avec du papier absorbant, en allant de l'extérieur de la zone souillée vers l'intérieur ;
- de nettoyer la surface à l'aide d'un tensioactif, de rincer, puis de passer un désinfectant.

Les camions-bennes à ordures ménagères

Lors du nettoyage des camions-bennes à ordures ménagères, différentes mesures sont prises pour prévenir les risques de chute et d'écrasement [50] :

- tous les mécanismes mobiles seront mis à l'arrêt et consignés (basculement des bacs, pelle de compactage...) ;
- toute ouverture de panneau, comme la porte arrière, sera sécurisée par une béquille, un vérin

Encadré 14

Écrasement d'un membre lors du nettoyage d'un camion-benne à ordures ménagères

Un opérateur voulant nettoyer sa benne, monte dedans pour ôter un déchet en plastique bloqué entre la pelle de compactage et une bielle. N'arrivant pas à décoincer le déchet, il demande à son collègue d'enclencher la pelle de compactage, mais au lieu de descendre, celle-ci remonte et lui écrase le pied.

Malgré l'activation de l'arrêt d'urgence de la pelle, le pied de l'opérateur n'est dégagé que par les pompiers au moyen d'un matériel de désincarcération. Le salarié hospitalisé a pu sauver son pied [12].

muni d'un dispositif de verrouillage, pour éviter les fermetures inopinées ;

- le caisson sera autant que possible nettoyé de l'extérieur ;
- il sera formellement interdit de monter dans la benne (voir encadré 14).

Les camions multibennes et camions munis d'une grue de chargement

Il est important de ne jamais se situer derrière une benne levée (voir encadré 15). Les opérations de nettoyage de la benne doivent se faire benne à plat, de l'extérieur à partir d'une passerelle fixe (voir chapitre 4.3.2).

Encadré 15

Écrasement d'un membre lors du nettoyage d'un camion multibenne

Après vidange d'une benne, un opérateur évacue les matières adhérentes à l'aide d'un jet d'eau à haute pression. Pour réaliser cette opération, il se place dans l'espace entre la benne inclinée et la porte arrière. Un mouvement intempestif probable de la suspension pneumatique du camion fait claquer la porte contre la benne ce qui coince le laveur et lui occasionne des fractures ouvertes des jambes [12].

Les camions hydrocureurs

Pour nettoyer l'intérieur des camions hydrocureurs, le fond de leur citerne est ouvert. Certaines citernes doivent être basculées, d'autres possèdent un plan incliné vers le fond ouvert.

L'opérateur nettoie l'intérieur de la citerne au jet d'eau à haute pression, ce qui l'expose grandement aux projections et bioaérosols. De telles expositions sont également observées lors du nettoyage des flexibles.

Pour prévenir les risques liés à ces opérations, l'opérateur doit porter les équipements de protection décrits en début de chapitre 4.3.

Les camions-citernes

Le nettoyage de l'intérieur des citernes de camions expose fortement l'opérateur aux gaz et micro-organismes et peut entraîner des chutes de hauteur.

Pour éviter ces risques, l'entreprise collectrice s'équipera de camions munis d'un système de nettoyage intégré à la citerne.

Pour les autres camions, le site s'équipera d'un système de nettoyage automatique de l'intérieur

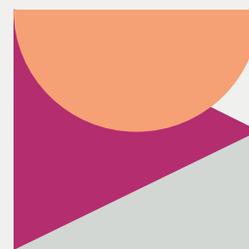
des citernes. Ce système nécessite que l'opérateur introduise une buse de lavage par le dôme situé en haut de la citerne. Pour limiter les risques liés à cette opération, il est important de respecter les mesures de prévention suivantes :

- prévoir une passerelle fixe équipée de protection collective contre les chutes de hauteur, permettant d'accéder au dôme [39] ;
- vérifier l'absence de gaz à l'aide d'un détecteur à l'ouverture du dôme. En présence de gaz, l'opérateur doit s'éloigner de la citerne et ne poursuivre l'opération qu'une fois l'absence de gaz confirmée [38] ;
- une fois la tête de lavage introduite dans la citerne, rabaisser le couvercle du dôme afin de limiter les projections et aérosols ;
- déclencher le lavage à distance.

En l'absence de système de nettoyage automatique, l'opérateur qui nettoie avec un jet d'eau à haute pression depuis le dôme de la citerne risque d'ouvrir des poches de gaz. Il devra donc porter un appareil de protection respiratoire équipé de filtres combinés A2B2K2P2, en plus des EPI décrits au début du chapitre 4.3.

Annexe

Principaux risques et mesures de prévention de la filière de valorisation des biodéchets



Dangers	Tâches	Risques	Facteurs aggravants	Mesures de prévention
Micro-organismes se développant dans les biodéchets.	Entreposage des biodéchets.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Troubles intestinaux par ingestion. ▪ Infections des plaies par contact cutané. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entreposage plusieurs jours à des températures printanières et estivales. ▪ Conteneurs souillés. ▪ Conteneurs endommagés. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conditions d'entreposage adéquates. ▪ Fréquence de collecte ajustée. ▪ Limite de remplissage des conteneurs respectée. ▪ Conteneurs adaptés en taille et en nombre à la production de biodéchets. ▪ Nettoyage des conteneurs ▪ Mesures d'hygiène.
	Transport des biodéchets.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Troubles intestinaux par ingestion. ▪ Infections des plaies par contact cutané. ▪ Troubles respiratoires par inhalation de bioaérosols. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Déversement des déchets. ▪ Benne de BOM défectueuse. ▪ Conteneurs défectueux. ▪ Nettoyage des camions au jet d'eau à haute pression. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Contrôle de la conformité de l'étanchéité de la benne. ▪ Contrôle régulier de l'intégrité physique des conteneurs. ▪ Tendre vers l'automatisation du nettoyage des camions.
	Valorisation des biodéchets.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Troubles intestinaux par ingestion. ▪ Infections des plaies par contact cutané. ▪ Troubles respiratoires par inhalation de bioaérosols. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Contrôle manuel des biodéchets entrant sur site. ▪ Nettoyage au jet d'eau à haute pression. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Automatisation des opérations. ▪ Capotage des équipements. ▪ Mesures d'hygiène.

■ ■ ■

Dangers	Tâches	Risques	Facteurs aggravants	Mesures de prévention
Gaz produits par les micro-organismes se développant dans les biodéchets.	Entreposage des biodéchets.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Troubles respiratoires, neurologiques par inhalation de H₂S, CO, COV... 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entreposage plusieurs jours à des températures printanières et estivales. ▪ Cuve de stockage post-broyeur. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conditions d'entreposage adéquates. ▪ Fréquence de collecte ajustée. ▪ Maîtrise des émanations de gaz des équipements. ▪ Ventilation des locaux. ▪ Détecteurs de gaz près de certains équipements d'entreposage.
	Transport des biodéchets.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Troubles respiratoires, neurologiques par inhalation de H₂S, CO, COV... 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Chargement et déchargement des camions citernes et hydrocureurs. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Protocole de sécurité pour le chargement et le déchargement. ▪ Ventilation ▪ Détecteurs de gaz.
	Valorisation des biodéchets	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Troubles respiratoires, neurologiques par inhalation de H₂S, CO, NH₃, COV... ▪ Incendie, explosion (CH₄...) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conditions et durée d'entreposage de la soupe avant méthanisation. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Confinement des installations avec aspiration et traitement de l'air avant rejet à l'extérieur. ▪ Détecteurs de gaz.
Jus de biodéchets répandu sur le sol.	Entreposage, transport et valorisation des biodéchets.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Glissades, chutes. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conteneur non étanche (ajourés, fissurés...). ▪ Déchargement des biodéchets sur le sol. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Contrôle régulier de l'intégrité physique des conteneurs. ▪ Emplacement des conteneurs à proximité immédiate du poste produisant les biodéchets. ▪ Conteneurs adaptés en taille et en nombre à la production de biodéchets. ▪ Fréquence de collecte ajustée. ▪ Nettoyage de la zone de déchargement.
Insectes, rongeurs et autres animaux attirés par les biodéchets.	Entreposage, transport et valorisation des biodéchets.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Morsures, piqûres. ▪ Infections. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conteneurs non fermés. ▪ Durée d'entreposage trop longue. ▪ Nettoyage irrégulier des conteneurs et des camions. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conteneurs fermés. ▪ Fréquence de collecte et de traitement adaptée au volume de biodéchets. ▪ Nettoyage régulier des conteneurs et des camions. ▪ Lutte contre les rongeurs.
Manutention de charges lourdes, gestes répétitifs.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entreposage, transport et valorisation des biodéchets. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Troubles musculo-squelettiques (TMS). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conteneurs non adaptés ou abîmés (trop grands, trop lourds, roues défectueuses...). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bacs sur roues de capacité maximale 240 L. ▪ Conteneur adaptés en taille et en nombre à la production de biodéchets. ▪ Contrôle régulier de l'intégrité physique des conteneurs. ▪ Bacs sur roues adaptés aux systèmes de préhension du véhicule. ▪ Engins de manutention. ▪ Formation à la prévention des risques liés à l'activité physique (Prap).

■ ■ ■

Dangers	Tâches	Risques	Facteurs aggravants	Mesures de prévention
Véhicules, engins de manutention.	Entreposage, transport et valorisation des biodéchets.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Collision avec véhicules. ▪ Collision avec piétons. ▪ Chute de la charge. ▪ Chute dans la fosse. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Encombremen, coactivité. ▪ Sols dégradés. ▪ Tournées de collecte avec contraintes horaires fortes. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Plan de circulation au sein du site. ▪ Entretien des sols et de la voirie. ▪ Sécurisation de l'accès à la fosse. ▪ Formation et autorisation de conduite des engins de manutention. ▪ Programmation des tournées tenant compte des aléas.
Machines (sécheurs, déshydrateurs, cuiseurs, broyeur, cuve de stockage, compacteur, déconditionneur).	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entreposage, transport et valorisation des biodéchets. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ecrasement et pincement de membres. ▪ Electrisation, électrocution. ▪ Brûlure. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Machine inadaptée. ▪ Mauvais entretien des machines. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Machines avec marquage CE et déclaration CE de conformité. ▪ Conformité de l'installation. ▪ Vérifications périodiques des machines. ▪ Maintenance préventive des machines. ▪ Formation à l'utilisation des machines.

Références



- [1] Réduire, trier et valoriser les biodéchets de gros producteurs. Ademe, novembre 2013.
- [2] Quelle stratégie de déploiement du tri à la source des biodéchets ? DT 116, Amorce.
- [3] Mayrhofer S. et al. – Microbial community related to volatile organic compound (VOC) emission in household biowaste. *Environmental microbiology*, 8 (11) :1960-1974, 2006.
- [4] Nielsen B. H. et al. – Seasonal variation in bioaerosol exposure during biowaste collection and measurements of leaked percolate. *Waste Management & Research*, 18 (1), 64-72, 2000.
- [5] Morbidité et mortalité dues aux maladies infectieuses d'origine alimentaire en France. Institut de veille sanitaire.
- [6] Agapiou A., Vamvakari J.P., Andrianopoulos A., Pappa A. : Volatile emissions during storing of green food waste under different aeration conditions. *Environmental Science and Pollution Research*, 23 : 8890–8901. 2016.
- [7] Ammoniac et solutions aqueuses. Fiche toxicologique n°16, INRS.
- [8] Dioxyde de carbone. Fiche toxicologique n° 238, INRS.
- [9] Sulfure d'hydrogène. Fiche toxicologique n° 32, INRS.
- [10] Effets du méthane sur la santé. Fiches SST. Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail.
- [11] Méthanisation de déchets issus de l'élevage, de l'agriculture et de l'agroalimentaire. ED 6153, INRS.
- [12] Base de données Epicea. INRS (<https://www.inrs.fr/publications/bdd/epicea.html>).
- [13] Règlement CE n° 183/2005 du Parlement européen et du Conseil du 12 janvier 2005 établissant des exigences en matière d'hygiène des aliments pour animaux.
- [14] Règlement (UE) n° 142/2011 de la Commission du 25 février 2011 portant application du règlement (CE) no1069/2009 du Parlement européen et du Conseil établissant des règles sanitaires applicables aux sous-produits animaux et produits dérivés non destinés à la consommation humaine et portant application de la directive 97/78/CE du Conseil en ce qui concerne certains échantillons et articles exemptés des contrôles vétérinaires effectués aux frontières en vertu de cette directive. Annexe 1, point 22.
- [15] Les broyeurs d'éviers. De l'incompatibilité de ces équipements avec les objectifs réglementaires de prévention et de valorisation des déchets. Ademe, juin 2017.
- [16] Mise en rayon. Prévenir les risques liés à la manutention manuelle. Recommandation R 478, Cnam.
- [17] Les commerces alimentaires de proximité. ED 925, INRS.
- [18] Prévention des risques liés à l'activité physique. La formation-action Prap. ED 7200, INRS.
- [19] NFT 51-800 : Plastiques – Spécifications pour les plastiques aptes au compostage domestique.
- [20] NF EN 13432 : Emballage – Exigences relatives aux emballages valorisables par compostage et biodégradation – Programme d'essai et critères d'évaluation de l'acceptation finale des emballages. Afnor.
- [21] La restauration traditionnelle. Prévention des risques professionnels. ED 880, INRS.
- [22] La restauration collective. Aide au repérage des risques professionnels. ED 6075, INRS.
- [23] Consignations et déconsignations. ED 6109, INRS.
- [24] Prévenir le mal de dos dans le secteur de la collecte et du tri des déchets. ED 6318, INRS.

- [25] Règlement sanitaire départemental type. Titre IV, Section I « Déchets ménagers », Article 81 « Réglementation de la collecte ».
- [26] Transpalette électriques à conducteur accompagnant. ED 36, INRS.
- [27] Questions-réponses sur la formation, l'autorisation de conduite et le certificat d'aptitude à la conduite en sécurité (Caces). ED 6348, INRS.
- [28] Appareils de protection respiratoire et risques biologiques. ED 146, INRS.
- [29] Méthode d'analyse de la charge physique de travail. ED 6161, INRS.
- [30] Transport routier de marchandises. Vigilant à l'arrêt comme au volant. ED 6459, INRS.
- [31] Impacts sanitaires et environnementaux des points d'apport volontaire de biodéchets. Ademe.
- [32] Vérifications réglementaires des machines, appareils et accessoires de levage. Repères pour préventeurs et utilisateurs. ED 6339, INRS.
- [33] Norme NF X35-109 - Ergonomie - Manutention manuelle de charge pour soulever, déplacer et pousser/tirer - Méthodologie d'analyse et valeurs seuils.
- [34] Sécurité des machines. Principes de conception des systèmes de commande. ED 6310, INRS.
- [35] Sécurité des équipements de travail. Prévention des risques mécaniques. ED 6122, INRS.
- [36] Mise en œuvre de la réglementation relative aux atmosphères explosives (Atex). ED 945, INRS.
- [37] Détection fixe de gaz et de vapeurs pour l'industrie. Aide-mémoire technique. ED 6271, INRS.
- [38] Les espaces confinés. Assurer la sécurité et la protection de la santé des personnels intervenants. ED 6184, INRS.
- [39] Accès aux dômes des véhicules citernes routiers. Recommandation R 450, Cnam.
- [40] Prévention des risques en zone de compactage. ED 124, INRS.
- [41] Procédés de séchage de déchets de restauration : expertise technico-économique et aspects réglementaires. Ademe, janvier 2010.
- [42] Les bioréacteurs. Risques et prévention. ED 6258, INRS.
- [43] Stockage et transfert des produits chimiques dangereux. ED 753, INRS.
- [44] Chargement et déchargement des véhicules citernes routiers. Recommandation R 449, Cnam.
- [45] Chargement et déchargement des poids lourds à quai. Recommandation R 432, Cnam.
- [46] Arrêté du 30 septembre 1957 relatif aux mesures de sécurité applicables aux chambres froides ou climatisées.
- [47] Couteaux à lame jetables. ED 115, INRS.
- [48] Les risques biologiques dans la collecte des déchets ménagers et assimilés. DTE 253, Cramif.
- [49] Intervention d'entreprises extérieures. Aide-mémoire pour la prévention des risques. ED 941, INRS.
- [50] La collecte des déchets ménagers et assimilés. Recommandation R 437, Cnam.
- [51] Travailler en contact avec le public. Quelles actions contre les violences ? ED 6201, INRS.
- [52] Delacroix B. et al. : Développement du mono-ripage et conditions de travail - Une étude de l'INRS. Référence en santé au travail, TF 249, INRS.
- [53] Conduite à tenir en cas de blessure au travail. A 776 (affiche), INRS.
- [54] Conception des lieux de travail. Obligations des maîtres d'ouvrage. Réglementation. ED 773, INRS.
- [55] Rouler et manutentionner en sécurité. Guide de choix des équipements des poids lourds. ED 6189, INRS.
- [56] Principales vérifications périodiques. ED 828, INRS.
- [57] Tri à la source et collecte des biodéchets ménagers et assimilés. Fnade.
- [58] Appareils de levage. Grue de chargement. ED 6278, INRS.
- [59] Chargement et déchargement de véhicules-citernes contenant des liquides dangereux. Note technique n° 28, Carsat Alsace-Moselle.
- [60] Pompes de déchets à l'aide de combinés hydrocureurs. Recommandation R 502, Cnam.
- [61] Détecteurs portables de gaz et de vapeurs. Guide de bonnes pratiques pour le choix, l'utilisation et la vérification. ED 6088, INRS.

- [62] Vêtements de protection contre les risques infectieux. ED 143, INRS.
- [63] Conception des lieux et des situations de travail. Santé et sécurité : démarche, méthodes et connaissances techniques. ED 950, INRS.
- [64] Prévention des expositions liées aux émissions des moteurs thermiques. ED 6246, INRS.
- [65] Traitement des ordures ménagères. Recommandation R 206, Cnam.
- [66] Sécurité des machines. Prévention des risques mécaniques. ED 6122, INRS.
- [67] Conception et rénovation des quais pour l'accastage, le chargement et le déchargement en sécurité des poids lourds. ED 6059, INRS.
- [68] Centres de tri de déchets recyclables secs ménagers et assimilés issus des collectes séparées. Guide de prévention pour la conception. ED 6098, INRS.
- [69] Bennage en sécurité. ED 762, INRS.
- [70] Inventaire et performances des technologies de déconditionnement des biodéchets. Ademe.
- [71] La désinfection des surfaces en laboratoire de biologie. ED 6188, INRS.
- [72] La désinfection des lieux de travail. Quelle stratégie ? Hygiène et Sécurité du Travail n° 263, DC 30, INRS.
- [73] Travailler en sécurité avec l'eau à haute pression - Conseils aux opérateurs. ED 819, INRS.

Toutes les publications de l'INRS sont téléchargeables sur 
www.inrs.fr

Pour commander les publications de l'INRS au format papier 

Les entreprises du régime général de la Sécurité sociale peuvent se procurer les publications de l'INRS à titre gratuit auprès des services prévention des Carsat/Cramif/CGSS.

Retrouvez leurs coordonnées sur www.inrs.fr/reseau-am

L'INRS propose un service de commande en ligne pour les publications et affiches, payant au-delà de deux documents par commande.

Les entreprises hors régime général de la Sécurité sociale peuvent acheter directement les publications auprès de l'INRS en s'adressant au service diffusion par mail à service.diffusion@inrs.fr

Cette brochure décrit, dans un premier temps, la filière d'élimination des biodéchets, depuis les producteurs (cuisines, entreprises agro-alimentaires, points de vente), en passant par les collecteurs, pour arriver aux centres de valorisation (méthanisation, compostage). Elle analyse ensuite les risques des différentes situations de travail et préconise des mesures de prévention à mettre en œuvre pour limiter ces risques.

Cette brochure s'adresse aux responsables d'entreprises, aux collectivités et aux acteurs de la prévention des risques intervenant dans la filière des biodéchets.



Institut national de recherche et de sécurité
pour la prévention des accidents du travail
et des maladies professionnelles
65, boulevard Richard-Lenoir 75011 Paris
Tél. 01 40 44 30 00 • info@inrs.fr

Édition INRS ED 6473

1^{re} édition | avril 2022 | 1 000 ex. | ISBN 978-2-7389-2742-2

L'INRS est financé par la Sécurité sociale
Assurance maladie - Risques professionnels