



**Aperçu des technologies
pour le traitement de déchets
infectieux et de déchets
piquants/coupants/tranchants
provenant des établissements
de santé**



**Organisation
mondiale de la Santé**

**Aperçu des technologies
pour le traitement de déchets
infectieux et de déchets
piquants/coupants/tranchants
provenant des établissements
de santé**

Aperçu des technologies pour le traitement de déchets infectieux et de déchets piquants/coupants/tranchants provenant des établissements de santé

[Overview of technologies for the treatment of infectious and sharp waste from health care facilities]

ISBN 978-92-4-000160-2 (version électronique)

ISBN 978-92-4-000161-9 (version imprimée)

© Organisation mondiale de la Santé 2019

Certains droits réservés. La présente publication est disponible sous la licence Creative Commons Attribution – Pas d'utilisation commerciale – Partage dans les mêmes conditions 3.0 IGO (CC BY NC-SA 3.0 IGO) ; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/deed.fr>.

Aux termes de cette licence, vous pouvez copier, distribuer et adapter l'oeuvre à des fins non commerciales, pour autant que l'oeuvre soit citée de manière appropriée, comme il est indiqué ci-dessous. Dans l'utilisation qui sera faite de l'oeuvre, quelle qu'elle soit, il ne devra pas être suggéré que l'OMS approuve une organisation, des produits ou des services particuliers. L'utilisation de l'emblème de l'OMS est interdite. Si vous adaptez cette oeuvre, vous êtes tenu de diffuser toute nouvelle oeuvre sous la même licence Creative Commons ou sous une licence équivalente. Si vous traduisez cette oeuvre, il vous est demandé d'ajouter la clause de non responsabilité suivante à la citation suggérée : « La présente traduction n'a pas été établie par l'Organisation mondiale de la Santé (OMS). L'OMS ne saurait être tenue pour responsable du contenu ou de l'exactitude de la présente traduction. L'édition originale anglaise est l'édition authentique qui fait foi ».

Toute médiation relative à un différend survenu dans le cadre de la licence sera menée conformément au Règlement de médiation de l'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle.

Citation suggérée. Aperçu des technologies pour le traitement de déchets infectieux et de déchets piquants/coupants/tranchants provenant des établissements de santé [Overview of technologies for the treatment of infectious and sharp waste from health care facilities]: Organisation mondiale de la Santé ; 2019. Licence : CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

Catalogage à la source. Disponible à l'adresse <http://apps.who.int/iris>.

Ventes, droits et licences. Pour acheter les publications de l'OMS, voir <http://apps.who.int/bookorders>. Pour soumettre une demande en vue d'un usage commercial ou une demande concernant les droits et licences, voir <http://www.who.int/about/licensing>.

Matériel attribué à des tiers. Si vous souhaitez réutiliser du matériel figurant dans la présente oeuvre qui est attribué à un tiers, tel que des tableaux, figures ou images, il vous appartient de déterminer si une permission doit être obtenue pour un tel usage et d'obtenir cette permission du titulaire du droit d'auteur. L'utilisateur s'expose seul au risque de plaintes résultant d'une infraction au droit d'auteur dont est titulaire un tiers sur un élément de la présente oeuvre.

Clause générale de non responsabilité. Les appellations employées dans la présente publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'OMS aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites. Les traits discontinus formés d'une succession de points ou de tirets sur les cartes représentent des frontières approximatives dont le tracé peut ne pas avoir fait l'objet d'un accord définitif.

La mention de firmes et de produits commerciaux ne signifie pas que ces firmes et ces produits commerciaux sont agréés ou recommandés par l'OMS, de préférence à d'autres de nature analogue. Sauf erreur ou omission, une majuscule initiale indique qu'il s'agit d'un nom déposé.

L'Organisation mondiale de la Santé a pris toutes les précautions raisonnables pour vérifier les informations contenues dans la présente publication. Toutefois, le matériel publié est diffusé sans aucune garantie, expresse ou implicite. La responsabilité de l'interprétation et de l'utilisation dudit matériel incombe au lecteur. En aucun cas, l'OMS ne saurait être tenue responsable des préjudices subis du fait de son utilisation.

Imprimé en Suisse.

Photos de couverture (descendant) : Ute Pieper (1, 3, 5, 6); Arabella Hayter, OMS (2, 4)

Conception et mise en page graphique : L'IV Com Sàrl

Table des matières

| | |
|---|----|
| Abréviations | iv |
| Remerciements | v |
| 1 Introduction | 1 |
| Convention de Stockholm | 3 |
| Résolution de l'Assemblée mondiale de la Santé sur l'eau, assainissement et hygiène dans les établissements de santé | 4 |
| 2 Considérations prioritaires | 6 |
| 3 Sélection des technologies de traitement | 8 |
| 4 Spécifications et exigences de la technologie | 14 |
| 4.1 Procédés thermiques à faible température | 16 |
| 4.2 Procédés chimiques (automatisés) | 26 |
| 4.3 Incinération | 28 |
| 5 Technologies dans des contextes de faibles ressources | 30 |
| 5.1 Autoclaves automatisés à déplacement par gravité à vide pulsé | 30 |
| 5.2 Options d'incinération | 32 |
| Annexe 1 | 38 |
| Options technologiques | 38 |
| Références et informations complémentaires | 41 |
| Figures | |
| Figure 1 Échelle des technologies de traitement des déchets médicaux | 15 |
| Figure 2 Procédé de stérilisation à la vapeur avec vide préalable | 17 |
| Figure 3 Procédé de stérilisation à la vapeur vide fractionné | 17 |
| Figure 4 Autoclave à vapeur avec système de vide | 17 |
| Figure 5 Autoclaves à vapeur dotés d'un broyeur intégré | 20 |
| Figure 6 Micro-ondes par lots | 22 |
| Figure 7 Procédé de micro-ondes en continu | 24 |
| Figure 8 Procédé de traitement thermique par frottement | 25 |
| Figure 9 Système de traitement à l'hypochlorite de sodium | 27 |
| Figure 10 Procédé d'incinération avec traitement des gaz de combustion | 29 |
| Figure 11 Autoclave automatisé à déplacement par gravité à vide pulsé | 31 |
| Figure 12 Incinérateur à deux chambres | 33 |
| Figure 13 Incinération à une seule chambre | 35 |

Abréviations

| | |
|--------|--|
| EAH | Eau, assainissement et hygiène |
| HEPA | Haute efficacité pour les particules de l'air |
| ISWA | International Solid Waste Association |
| ODD | Objectif de développement durable |
| OMS | Organisation mondiale de la Santé |
| ONU | Organisation des Nations Unies |
| PNUE | Programme des Nations Unies pour l'environnement |
| TEQ | Équivalence toxique |
| TOL | Taux d'occupation des lits |
| UNICEF | Fonds des Nations Unies pour l'enfance |

Remerciements

L'auteur principal de ce document est le Dr Ute Pieper. Mme Arabella Hayter et le Dr Maggie Montgomery (Service Eau, assainissement, hygiène et santé, siège de l'OMS) ont coordonné l'élaboration et la rédaction du présent document. La direction stratégique a été assurée par M. Bruce Gordon (Coordinateur, Service Eau, assainissement, hygiène et santé, siège de l'OMS). La révision de la traduction en français a été effectuée par M. Miquel Lozano (Tesalys, Toulouse, France).

Plusieurs professionnels de l'OMS, de l'UNICEF et du groupe de travail sur les déchets médicaux de l'*International Solid Waste Association* (ISWA) ont révisé ce document et y ont contribué. Les commentaires du groupe de travail de l'ISWA ont été coordonnés par Mme Jennifer Mac Donald.

Les experts contributeurs sont les suivants :

M. Marino Alonso, Matachana Group, Barcelone, Espagne

Dr Arshad Altaf, OMS, Genève, Suisse

Dr Elisa Benedettini, Groupe Newster, ville de Saint-Marin, Saint-Marin

M. Fabrice Fotso, UNICEF, Dakar, Sénégal

Mme Beatrice Giordani, Groupe Newster, ville de Saint-Marin, Saint-Marin

Dr Terry Grimmond, Grimmond and Associates, Hamilton, Nouvelle-Zélande

M. Viktor Hristov, consultant indépendant, Skopje, Macédoine

M. Roland Katschnig, Meteka GmbH, Judenburg, Autriche

M. Lutz Kempe, Technologie Transfer Marburg e. V. - TTM, Cölbe, Allemagne

M. Edward Krisiunas, WNWN International, Burlington, États-Unis d'Amérique

M. Jan-Gerd Kühling, ETLog Health Consulting GmbH, Kremmen, Allemagne

M. Lars-Erik Lindholm, BBD -Ozonator AB, Linnegatan, Stockholm
M. Miquel Lozano, Tesalys, Saint-Jean, Toulouse, France
Mme Claire Papadi, Antipollution SA, Pirée, Grèce
M. Raj Rathamano, Manitoba Sustainable Development, Winnipeg,
Canada
M. Omar Fernandez Sanfrancisco, Athisa Group, Peligros, Espagne
M. Jeff Squalli, Ecodas, région de Lille, France
Mme Ruth Stringer, Health Care Without Harm, Exeter, Royaume-Uni
Mme Marie Van Sull, Amb Ecosteryl, Mons, Belgique
Dr Anne Woolridge, Independent Safety Services Ltd, Sheffield,
Royaume-Uni

1. Introduction

La gestion sécurisée des déchets médicaux, qui englobe le tri, la collecte, le transport, le traitement et l'élimination des déchets, est fondamentale pour des efforts plus vastes visant à fournir des structures et des services de soins de santé sûrs et de qualité. Les pratiques de gestion sécurisée des déchets médicaux appuient également plusieurs des objectifs de développement (ODD) durable de l'ONU, notamment l'objectif 3 relatif à la santé, l'objectif 6 relatif à la gestion sécurisée de l'eau et à l'assainissement, l'objectif 7 relatif aux changements climatiques et l'objectif 12 relatif à une consommation et une production durables. Conformément aux nouvelles données mondiales publiées par l'OMS et l'UNICEF en 2019, la gestion sécurisée des déchets médicaux est inexistante ou très limitée dans une grande partie des établissements. Les données, représentant plus de 560 000 établissements de 125 pays, indiquent que 40 % des établissements de santé ne trient pas leurs déchets. Dans les pays les moins avancés, la situation est bien pire : seulement 27 % des pays disposent de services de base (tri et destruction sécurisée des déchets)¹.

L'OMS et l'UNICEF ont publié, en parallèle, des orientations mondiales sur les mesures pratiques à appliquer pour résoudre la crise. Ces mesures incluent l'élaboration de feuilles de route nationales, la définition de cibles, l'amélioration de l'infrastructure et de l'entretien, le développement des compétences du personnel de santé et l'engagement des communautés². Des études de cas illustrent ces mesures, y compris des exemples de systèmes de recyclage des déchets et le recours à des techniques autres que l'incinération.

L'objectif de ce document est double. Le premier objectif est de proposer des critères pour la sélection de technologies pour faciliter la prise de décisions visant à améliorer la gestion des déchets médicaux dans les établissements de santé. Le second consiste à présenter des techniques de gestion des déchets médicaux spécifiques pour la gestion de *déchets infectieux et de déchets piquants/coupants/tranchants*, à l'intention des administrateurs et planificateurs des établissements de soins, du personnel chargé de l'EAH et de la prévention des infections,

1 OMS/UNICEF, 2019. WASH in health care facilities: global baseline 2019 report. https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/wash-in-health-care-facilities-global-report/en/. Pour accéder aux données mondiales, régionales et nationales, consulter le site www.washdata.org.

2 OMS/UNICEF, 2019. L'eau, l'assainissement et l'hygiène dans les établissements de santé : Mesures pratiques pour instaurer l'accès universel à des soins de qualité. https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/wash-in-health-care-facilities/fr/

des planificateurs nationaux, des donateurs et des partenaires. Ce document fournit des informations détaillées sur le fonctionnement de chaque technologie avec ses effets sur l'environnement et la santé, les exigences pour son installation, ses capacités de traitement des déchets, ainsi que ses points forts et ses points faibles, et donne des exemples de consommables.

Déchets infectieux : déchets qui contiennent des agents pathogènes et présentent un risque de transmission de maladies, par exemple, des déchets contaminés par du sang ou d'autres liquides corporels ; des cultures de laboratoire et des stocks microbiologiques ; des déchets incluant des excréments et d'autres matériels qui sont entrés en contact avec des patients infectés par des maladies très infectieuses dans des quartiers d'isolement.

Déchets piquants/coupants/tranchants : objets susceptibles d'entraîner des blessures par coupure ou perforation, par exemple, des aiguilles hypodermiques, intraveineuses ou autres ; des seringues autobloquantes ; des seringues avec des aiguilles ; des trousse de perfusion ; des scalpels ; des pipettes ; des couteaux ; des lames ; des bris de verre.

Source : OMS 2014

Ce document est principalement centré sur les contextes de ressources limitées dans des pays à revenu intermédiaire, tranche inférieure, ainsi que sur les technologies respectueuses de l'environnement qui proposent des stratégies d'atténuation des changements climatiques, aident à réaliser les engagements mondiaux inscrits dans les conventions environnementales et permettent souvent de faire des économies d'argent à long terme.

La hiérarchie de la gestion des déchets

- Priorité est donnée aux approches qui *évitent* la génération de déchets et diminuent donc la quantité de déchets introduits dans le flux des déchets.
- L'approche suivante dans la hiérarchie est celle qui, dans la mesure du possible et cela ne présente pas de danger, permet de *recupérer* les déchets pour une utilisation secondaire.
- Les déchets qui ne peuvent pas être récupérés doivent alors être traités par les options les moins préférées, comme *le traitement ou la mise en décharge* pour réduire leurs effets sur la santé et l'environnement.

Source : OMS 2014

Ce document s'appuie sur les directives de l'OMS « La gestion sécurisée des déchets médicaux » (OMS 2014) et le « *Compendium of Technologies*

for Treatment/Destruction of Healthcare Waste » (Recueil de technologies du PNUE pour le traitement et la destruction des déchets médicaux) (PNUE 2012a). Le Recueil du PNUE propose des descriptions détaillées des procédés et des informations sur les types de déchets traités, les plages des capacités, la destruction des agents pathogènes, les émissions, les détails opérationnels, les exigences en termes d'installation et les besoins d'entretien pour des technologies de traitement génériques. Ce document tient également compte d'autres documents des Nations Unies, notamment la politique et les principes fondamentaux de l'OMS pour la gestion des déchets médicaux (OMS 2004, 2007), les recommandations de la Convention de Stockholm relatives à l'incinération des déchets (PNUE 2007), la résolution de l'Assemblée mondiale de la Santé sur l'eau, l'assainissement et l'hygiène dans les établissements de santé (OMS, 2019) et les informations des fabricants de technologies de traitement.

Convention de Stockholm

La Convention de Stockholm préconise de donner priorité à des procédés, techniques ou pratiques alternatifs dont l'utilité est similaire, mais évitent la génération et la libération de dioxines et de furanes (PNUE 2007). Dans la mesure du possible, il convient de toujours utiliser des techniques de traitement des déchets autres que l'incinération. L'OMS invite toutes les parties prenantes à soutenir la Convention de Stockholm et à s'appliquer à améliorer progressivement les pratiques de gestion sécurisée des déchets médicaux pour protéger la santé et réduire la dégradation de l'environnement (OMS 2007). À ces fins, l'OMS recommande que :

Les gouvernements :

- Allouent un budget pour couvrir les coûts de mise en place et d'entretien de systèmes de gestion sécurisée des déchets médicaux ;
- Demandent aux donateurs, partenaires et autres sources de financement extérieur de prévoir une contribution adéquate pour assurer la gestion des déchets liés à leurs interventions ;
- Mettent en œuvre et surveillent les systèmes de gestion sécurisée des déchets médicaux, appuient le renforcement des capacités et assurent la santé des travailleurs et de la communauté.

Les donateurs et les partenaires devraient :

- Inclure dans leur assistance aux programmes de santé une disposition pour couvrir les coûts de systèmes de gestion sécurisée des déchets médicaux.

Toutes les institutions et organisations concernées devraient :

- Encourager une gestion sécurisée des déchets médicaux ;
- Mettre au point des solutions innovantes pour réduire le volume et la toxicité des déchets qu'ils produisent et qui sont associés à leurs produits ;
- S'assurer que les stratégies et programmes de santé mondiaux tiennent compte de la gestion sécurisée des déchets médicaux.

Résolution de l'Assemblée mondiale de la Santé sur l'eau, assainissement et hygiène dans les établissements de santé³

Lors de l'Assemblée mondiale de la Santé de 2019, les États membres ont adopté à l'unanimité une résolution visant à fournir un accès universel à l'eau, l'assainissement et l'hygiène, y compris une gestion sécurisée des déchets médicaux dans les établissements de santé. La résolution invite les États membres et en particulier les ministères de la Santé à effectuer des évaluations et des analyses nationales, établir des feuilles de route, définir des cibles et appliquer les normes. L'ensemble des 194 États membres se sont engagés à faire état de leurs progrès accomplis tous les deux ans. Une validation externe sera fournie au moyen de rapports réguliers sur les services fournis par le biais du Programme commun OMS/UNICEF de suivi et sur les politiques et le financement par le biais de l'analyse et l'évaluation mondiales de l'assainissement et l'eau potable réalisées par l'ONU sous la direction de l'OMS.

L'OMS, l'UNICEF et 35 partenaires se sont engagés à agir pour soutenir cette résolution dans le cadre des efforts mondiaux visant à coordonner et catalyser les efforts déployés pour améliorer l'eau, l'assainissement et l'hygiène dans les établissements de santé et la gestion sécurisée des déchets médicaux. En particulier, des efforts sont axés sur la réalisation des cibles suivantes :

- *Services élémentaires* : d'ici à 2022, 60 % des établissements de santé dans le monde et dans chaque région ODD disposeront au moins de services d'EAH élémentaires⁴, 80 % disposeront de services d'EAH élémentaires d'ici à 2025 et 100 % d'ici à 2030.

3 OMS, 2019. Résolution sur l'Eau, assainissement et hygiène dans les établissements de santé. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/329292/A72_R7-fr.pdf

4 Les services d'EAH incluent l'eau, l'assainissement, l'hygiène des mains, la gestion des déchets médicaux et le nettoyage de l'environnement. Pour une définition complète, consulter le document Questions et indicateurs de base destinés au suivi de l'approvisionnement en eau, de l'assainissement et de l'hygiène (EAH) au sein des établissements de soins de santé dans le cadre des objectifs de développement durable publié par l'OMS/UNICEF 2018.

- *Niveaux de service plus avancés* : d'ici à 2022, des niveaux de service plus avancés sont définis et suivis dans les pays où les services universels d'EAH élémentaires sont déjà en place. D'ici à 2030, des niveaux de service plus avancés sont en place de manière universelle dans 80 % de ces pays.

Les pays feront l'objet d'un suivi de leur réalisation de ces cibles par le biais de mises à jour périodiques disponibles sur le portail des connaissances « *EAH dans les établissements des santé* »⁵. En outre, les efforts accomplis pour améliorer la gestion des déchets et réduire l'impact environnemental de telles pratiques sont canalisés par des initiatives vertes et en faveur du climat des établissements de santé, des efforts de réduction des déchets de vaccins et des campagnes sur la sécurité des patients.

⁵ Le portail des connaissances se trouve à l'adresse www.washinhcf.org. Les utilisateurs sont encouragés à soumettre directement leurs outils, exemples et engagements.



2. Considérations prioritaires

Afin d'en augmenter la pérennité, les intérêts et préoccupations d'ordre économique, environnemental et social devraient tous être pris en compte au moment de sélectionner les options technologiques. Pour choisir la technologie la plus adéquate, il faut tenir compte des analyses comparatives, des avis d'experts et d'une évaluation participative effectuée par des parties prenantes pertinentes (PNUE 2012b). Les étapes suivantes peuvent être suivies pour définir les priorités d'une technologie de traitement donnée :

1. Collecte de données de référence
 - Exigences réglementaires (nationales et internationales)
 - Quantité/volume de déchets générés
 - Disponibilité des ressources comme l'eau, l'électricité, le combustible
 - Espace disponible et sécurité pour la mise en place de la technologie de traitement
 - Possibilité de collecte et d'élimination sécurisée des déchets traités
 - Budget pour couvrir les coûts d'investissement, d'exploitation et d'entretien
 - Traitement des déchets décentralisé ou centralisé
2. Calcul de la capacité de traitement nécessaire
3. Cartographie et tri des options technologiques éligibles
4. En cas d'appel d'offres public, soumission du dossier d'appel d'offres et des critères d'évaluation y compris :
 - expériences dans le pays/la région, certificats techniques, service local ou régional, pièces de rechange, formation technique, contrat d'entretien, schémas techniques, besoins en termes de logement, coûts (y compris équipement, transport vers le site, installation et mise en service), coûts d'exploitation, délai de livraison et expérience démontrée dans les technologies d'installation et d'entretien dans un contexte similaire.
5. Évaluation des offres – prise de décisions.

Le tableau 1 compare les types de technologies qui respectent les Conventions de Stockholm et de Bâle disponibles sur le marché. Le tableau 2 compare les technologies de traitement intermédiaires qui ne respectent pas les deux conventions. Les deux tableaux évaluent les technologies en fonction de leur impact environnemental, leurs coûts d'investissement et leurs coûts d'exploitation

(● = faible, ●● = moyen, ●●● = élevé, ●●●● = très élevé).

Tableau 1 Comparaison des technologies de traitement des déchets infectieux et des déchets piquants/coupants/tranchants conformes à la Convention de Stockholm

| Type de technologie | Plage des capacités (kg/h) | Impact environnemental | Coûts d'investissement | Coûts d'exploitation |
|--|----------------------------|------------------------|------------------------|----------------------|
| Autoclave vapeur (avec vide) | 5 – 3 000 | ● | ● | ● |
| Autoclave à vapeur avec broyage intégré | 5 – 3 000 | ● | ●● | ●● |
| Micro-ondes par lots | 1 – 210 | ● | ● | ●● |
| Micro-ondes en continu | 100 – 600 | ● | ●● | ●● |
| Traitement thermique par frottement | 10 – 500 | ● | ●● | ●● |
| Traitement à l'hypochlorite de sodium | 600 – 3 000 | ●● | ●●● | ●● |
| Traitement à l'ozone | 45 – 1 000 | ● | ●●● | ● |
| Incinération avec traitement des gaz de combustion | 50 – 3 000 et plus | ●● | ●●●● | ●●●● |

Tableau 2. Comparaison des technologies de traitement des déchets dans des contextes de faibles ressources

| Type de technologie | Éventail des capacités (kg/h) | Impact environnemental | Coûts d'investissement | Coûts d'exploitation |
|--|-------------------------------|------------------------|------------------------|----------------------|
| Autoclaves automatisés à déplacement d'air par gravité | 5 – 50 | ● | ● | ● |
| Incinérateurs à deux chambres | 5 – 500 | ●● | ●● | ●● |
| Incinérateurs à une seule chambre | 5 – 500 | ●●● | ● | ● |
| Brûlage à l'air libre | s. o. | ●●●● | s. o. | s. o. |

s. o. : sans objet

3. Sélection des technologies de traitement

Cette section s'intéresse aux critères de sélection des technologies de traitement des déchets, et tient compte des compromis pour orienter les administrateurs des établissements de santé, les responsables de la santé au niveau des districts et les décideurs politiques au niveau national. Le manuel d'orientation « *Application of the Sustainability Assessment of Technologies Methodology* » propose un outil détaillé et complet pour choisir les solutions adaptées (PNUE 2012b).

Le choix du système de traitement se fait en fonction du contexte et doit tenir compte de ce qui suit :

- Réglementations et exigences nationales et internationales pertinentes
- Facteurs de sécurité environnementale et professionnelle
- Caractéristiques et quantité des déchets
- Capacités et exigences de la technologie
- Considérations financières
- Exigences en termes d'exploitation et d'entretien.

Les technologies de traitement doivent se conformer aux **normes nationales et aux conventions internationales**, y compris la Convention de Stockholm ou la Convention de Bâle (dans le cas des pays ayant ratifié ou adhéré à la Convention)¹. Concernant la **sécurité environnementale et professionnelle**, les recommandations du document d'orientation de l'OMS sur la gestion des déchets médicaux (OMS 2004), les Directives techniques de la Convention de Bâle pour la gestion écologiquement rationnelle des déchets biomédicaux et médicaux (PNUE 2003) et les Directives de la Convention de Stockholm sur les meilleures techniques disponibles et les meilleures pratiques environnementales (PNUE 2007) devraient être prises en compte. Dans des contextes où les ressources sont très faibles, il peut s'avérer difficile de respecter les conventions internationales et/ou les normes nationales, en particulier en ce qui concerne la destruction des déchets. Dans de tels cas, tous les efforts doivent être engagés pour améliorer graduellement la manière dont les déchets sont gérés et détruits pour réduire, dans la

¹ Convention de Stockholm - Nombre de Parties : 181 ; Statut de ratification de la Convention de Stockholm : <http://chm.pops.int/Countries/StatusofRatifications/PartiesandSignatoires/tabid/4500/Default.aspx>
Convention de Bâle – Nombre de Parties 186 : <http://www.basel.int/Countries/StatusofRatifications/PartiesSignatories/tabid/4499/Default.aspx>

mesure du possible, les risques pour la santé des êtres humains et de l'environnement. Un plan devrait être mis en place pour garantir qu'au fil du temps, des capacités et des ressources soient investies de manière à satisfaire les normes nationales et les garanties internationales.

Les **caractéristiques et la quantité de déchets** générés varient en fonction du type ou du niveau d'établissement, entre zones rurales et zones urbaines, en fonction des différents services proposés, de l'échelle, de la complexité organisationnelle, de la disponibilité des ressources et du nombre d'employés cliniques et non cliniques. Les réglementations ou politiques relatives à la classification des déchets, ainsi que les pratiques de tri influent sur les taux de production des déchets. En outre, la quantité de déchets à traiter varie selon que les déchets sont détruits dans un établissement (traitement décentralisé) ou que les déchets de plusieurs établissements de santé sont combinés en vue de leur traitement (traitement centralisé). « L'éco-provisionnement » (par exemple, l'achat de produits dont l'emballage est réduit et/ou une utilisation réduite de matériel) peut aussi réduire la quantité totale des déchets.

S'il est nécessaire d'utiliser une nouvelle technologie de traitement, il est important de connaître la quantité de déchets qui seront produits afin de choisir la technologie adéquate. Pour calculer la quantité de déchets, on calcule les taux moyens de production de déchets hebdomadaires pour prendre en compte les variations journalières pendant une semaine donnée et la réduction des activités en fin de semaine. Les données sont cependant souvent exprimées en kilogrammes (kg) par jour ou kg par an. On utilise les kilogrammes par lit occupé par jour et les kg par patient en ambulatoire par jour pour comparer les établissements de santé ayant des niveaux d'activité différents. En l'absence du taux d'occupation de lits et du nombre journalier de patients en ambulatoire, on utilise souvent le nombre total de lits pour estimer le nombre de kg de déchets par lit et par jour.

Le tableau 3 propose des estimations qui peuvent être utilisées pour calculer la production de déchets infectieux dans des pays à revenu intermédiaire, tranche inférieure, en l'absence de données locales. Le volume de déchets produits dans un même type d'établissement est très variable et il est vivement recommandé de faire une évaluation des déchets au niveau de l'établissement avant de choisir une technologie de traitement. Des données plus spécifiques issues de différents milieux de soins de santé et de différents pays sont disponibles dans les directives de l'OMS (OMS 2014, chapitre 2.9) et le recueil du PNUE (PNUE 2012a, chapitre 7)⁷.

⁷ Remarque : Environ 85 % des déchets produits par des prestataires de soins de santé sont considérés comme des déchets non dangereux. L'application d'un tri rigoureux des déchets dangereux et non dangereux peut éviter de surdimensionner l'équipement et permettre de faire des économies (OMS 2014).

Tableau 3 Taux production de déchets infectieux par les établissements de santé

| Établissement | Taux de production de déchets médicaux infectieux |
|---------------------------------|---|
| Hôpital | 0,5 kg/lit par jour |
| Clinique | 0,07 kg/patient par jour |
| Unité de soins de santé de base | 0,01 kg/patient par jour |

(Source : PNUE 2012a)

Exemples : Calcul de la quantité de déchets infectieux et de la capacité de traitement requise

1. Hôpital

Hypothèses :

- Hôpital de 100 lits ; taux d'occupation des lits (TOL) de 100 % ; durée de cycle de 1 heure, 6 heures de traitement des déchets par jour ; 7 jours de traitement par semaine ; 0,5 kg de déchets infectieux par lit et par jour.

Calcul :

- $100 \text{ lits} \times (\text{TOL}) \text{ de } 100 \% \times 0,5 \text{ kg/lit/jour} \times 1,2 \text{ (marge de sécurité)} = 60 \text{ kg de déchets infectieux par jour}$
- $60 \text{ kg}/6 \text{ heures ouvrables} = 10 \text{ kg par heure}$

Résultat :

Cet hôpital a besoin d'une technologie ayant une capacité de traitement minimale de **10 kg par heure**.

2. Clinique (établissement de soins primaires - patients en ambulatoire uniquement)

Hypothèses :

- 10 patients par jour, 0,07 kg de déchets infectieux par patient, stockage maximal des déchets infectieux : 2 jours (48 heures).

Calcul :

- $10 \text{ patients} \times 0,07 \text{ kg/patient} \times 1,2 \text{ (marge de sécurité)} = 0,84 \text{ kg de déchets infectieux par jour}$
- $2 \text{ jours de stockage} \times 0,84 \text{ kg par jour} = 1,68 \text{ kg tous les deux jours}$

Résultat :

Cette clinique a besoin d'une technologie ayant une capacité de traitement minimale de **2 kg (tous les deux jours)**.

Il est possible de calculer la **capacité requise de la technologie de traitement des déchets** en fonction de la quantité de déchets infectieux et déchets piquants/coupants/tranchants produits. Le taux de production de déchets par jour (voir tableau 1) devrait être multiplié par le nombre moyen de patients par jour ou le nombre de lits x le taux d'occupation des lits. Il convient d'appliquer une marge de sécurité de 20 % au % total pour couvrir les fluctuations dans les taux de production de déchets.

La quantité de déchets produits par jour (kg/jour) devrait être divisée par le nombre d'heures d'opération de l'équipement de traitement des déchets par jour pour obtenir la capacité de traitement minimale nécessaire (kg/h). Si la technologie de traitement n'est opérationnelle que certains jours (par exemple, du lundi au vendredi), la capacité requise peut être adaptée. La durée de cycle de la technologie de traitement est définie comme le temps nécessaire pour ajouter, traiter et évacuer les déchets. Il convient de prendre en compte une heure supplémentaire pour le démarrage du système de traitement.



Exemple de coûts d'exploitation annuels pour l'eau et l'électricité :

Hôpital de 100 lits utilisant une technologie alternative ne faisant pas appel à l'incinération pour le traitement des déchets infectieux et des déchets piquants/coupants/tranchants.

Hypothèses :

- Technologie autre que l'incinération : 10 kg par cycle et 21 900 kg de déchets par an
- Informations du fabricant : consommation électrique par cycle en moyenne de 5 kWh et consommation de 50 litres d'eau par cycle

Exemple 1 :

- Coût des consommables pour l'hôpital : 0,1 USD par kWh et 1,0 USD par mètre cube d'eau (1 m³ = 1 000 litres ; 1 litre coûte 0,001 USD).

Calcul des coûts en électricité et en eau :

- Coûts en électricité et en eau d'un cycle :
 - » (5 kW x 0,75 h/cycle x 0,1 USD/kWh) + (50 l/cycle x 0,001 USD/l)
= 0,375 USD/cycle + 0,05 USD/cycle = 0,425 USD/cycle
- Coûts du traitement de 1 kg de déchets :
 - » 0,425 USD/10 kg = 0,0425 USD/kg
- Coût annuel :
 - » 0,0425 USD/kg x 21 900 kg = 930,75 USD

Exemple 2 :

- L'eau est acheminée vers l'hôpital par camion-citerne et l'électricité est générée par un générateur au fuel
- Coût des consommables pour l'hôpital : 2 USD par kWh et 0,5 USD par mètre cube d'eau (1 m³ = 1 000 litres ; 1 litre coûte 0,0005 USD).

Calcul des coûts en électricité et en eau :

- Coûts en électricité et en eau d'un cycle :
 - » (5 kW x 0,75 h/cycle x 2,00 USD/kWh) + (50 l/cycle x 0,0005 USD/l)
» = 7,50 USD/cycle + 0,025 USD/cycle = 7,525 USD/cycle
- Coûts du traitement de 1 kg de déchets :
 - » 7,525 USD/10 kg = 0,7525 USD/kg
- Coût annuel :
 - » 0,7525 USD/kg x 21 900 kg = 16 479,75 USD

Résultat : les coûts d'exploitation annuels en termes d'eau et d'électricité de la technologie de traitement choisie sont de **930,75 USD par an** pour l'exemple 1 et de **16 479,75 USD par an** pour l'exemple 2.

Le coût d'investissement et le coût d'exploitation et d'entretien annuel de la technologie doivent aussi être pris en compte. Les coûts d'investissement couvrent les achats d'équipement y compris les taxes, les coûts associés à l'expédition (y compris les frais de douane), l'assurance, la préparation du site (y compris la fourniture d'eau, d'électricité et l'évacuation des eaux usées) et des coûts indirects comme la gestion de projet, l'architecture et l'ingénierie, les permis et les frais juridiques (PNUE 2012a).

Les coûts d'exploitation incluent la main-d'œuvre, les pièces détachées, les sacs/conteneurs pour les déchets, l'électricité, l'eau, le combustible et l'élimination des déchets. Les coûts d'exploitation annuels de consommables comme l'eau, l'électricité et le combustible sont fonction :

- de la consommation de l'option de traitement choisie ;
- du nombre de cycles nécessaires pour traiter la quantité de déchets produits ;
- et du coût total de l'ensemble des consommables.

L'entretien et la réparation des technologies de traitement sont essentiels pour garantir un fonctionnement optimal. Les exigences d'entretien varient grandement en fonction du type et du fabricant de la technologie utilisée. Les coûts d'entretien annuel sont estimés à 3 à 5 % des coûts d'investissement de la technologie de traitement. Un calendrier d'entretien détaillé doit être fourni par le fabricant lors de la mise en service et dans le cadre de la formation des opérateurs. Lors de l'achat d'un nouvel équipement, il convient d'inclure une durée de garantie suffisante (au moins 1 an), ainsi que les pièces détachées essentielles et le plus souvent nécessaires ainsi que des kits de consommables qui doivent être facilement disponibles dans le pays. Une formation adéquate de l'utilisateur, y compris l'entretien de base et la validation du procédé et des kits de test de l'efficacité (le cas échéant), devrait être fournie par le fabricant, une société d'entretien agréée ou par un technicien/opérateur de l'équipement de traitement dans le cas des incinérateurs construits sur place.

Remarque : après le choix d'un équipement de traitement des déchets, les utilisateurs finals doivent accepter la responsabilité de la prise en charge des besoins futurs en termes d'entretien, de réparation et d'infrastructures de l'équipement de traitement des déchets choisi comme indiqué par le fournisseur/fabricant.

4. Spécifications et exigences de la technologie

Les exigences pour le traitement des déchets sont définies dans le document « *Technical Guidelines on Environmentally Sound Management of Biomedical and Healthcare Wastes* » (PNUE 2003) s'appuyant sur la Convention de Bâle et les « *Guidelines on Best Available Techniques and provisional guidance on Best Environmental Practices relevant to Article 5 and Annex C of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutant* » (PNUE 2007). Les directives de la Convention de Stockholm et de la Convention de Bâle précisent qu'il faut donner priorité aux techniques de traitement des déchets qui réduisent la formation et la libération de produits chimiques ou d'émissions dangereuses par rapport à d'autres technologies. Une description générale des différents procédés de traitement (thermique à faible température, à base de produits chimiques et brûlage à l'air libre) est faite dans l'annexe 1.

La section suivante couvre la plupart des options de traitement des déchets médicaux actuellement disponibles, qui sont regroupées de la manière suivante :

1. **Options préférées** : Technologies conformes aux conventions internationales
 - Procédés thermiques à faible température
 - Autoclaves à vapeur
 - Autoclaves à vapeur sans broyeur
 - Autoclaves avec broyeur intégré
 - Technologies de type micro-ondes
 - Traitement thermique par frottement
 - Procédés à base de produits chimiques
 - Technologies à base d'hypochlorite de sodium
 - Incinération avec traitement des gaz de combustion.

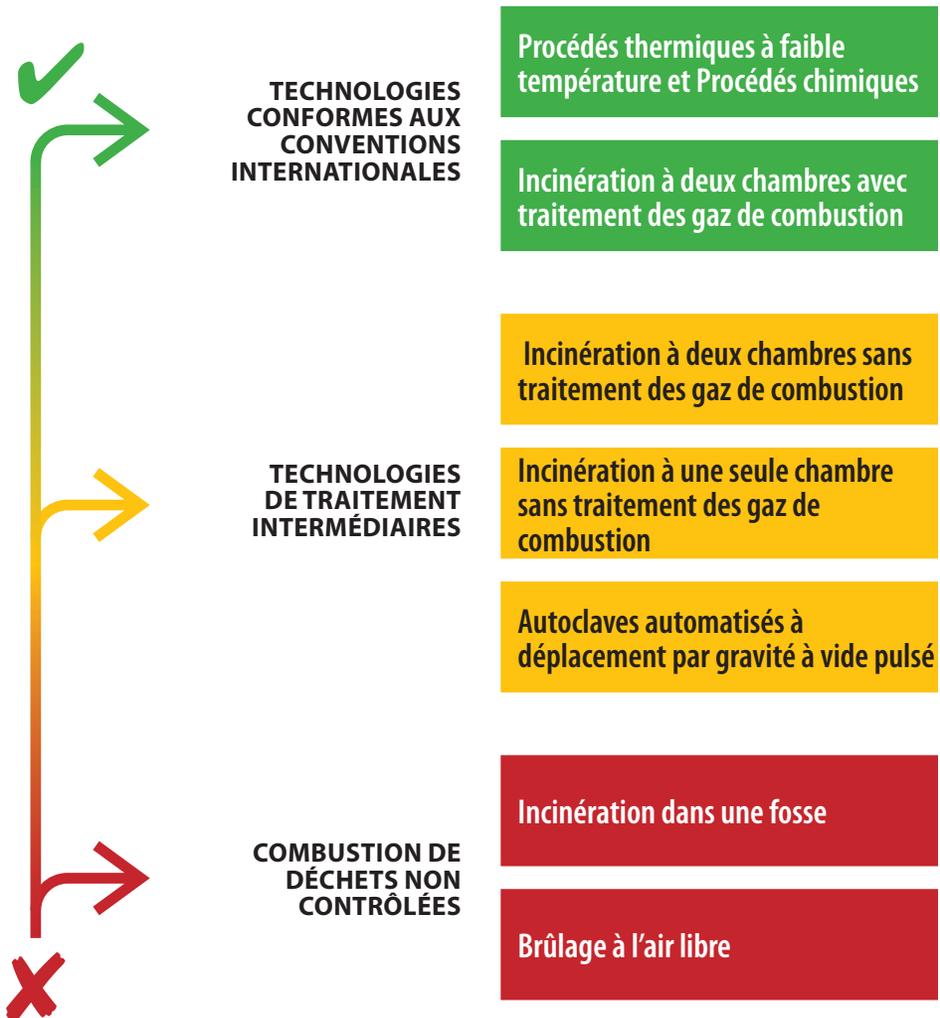
2. **Solutions intermédiaires** : Technologies utilisées pour améliorer graduellement les pratiques et parvenir au respect des normes internationales
 - Autoclave automatisé à déplacement d'air par gravité
 - Incinérateurs à une ou deux chambres

3. **Option de dernier recours** : En l'absence d'options de traitement alternatives :
- Incinération dans une fosse et brûlage à l'air libre

The following treatment options represent the most relevant technologies and should not be considered as a complete database. Data on the average consumption of energy, water etc. have been provided by the manufacturer listed.

Les options de traitement décrites ci-dessous représentent les technologies les plus pertinentes et ne sont pas exhaustives. La consommation d'énergie, d'eau, etc. a été fournie par le fabricant cité.

Figure 1 Échelle des technologies de traitement des déchets médicaux



4.1 Procédés thermiques à faible température

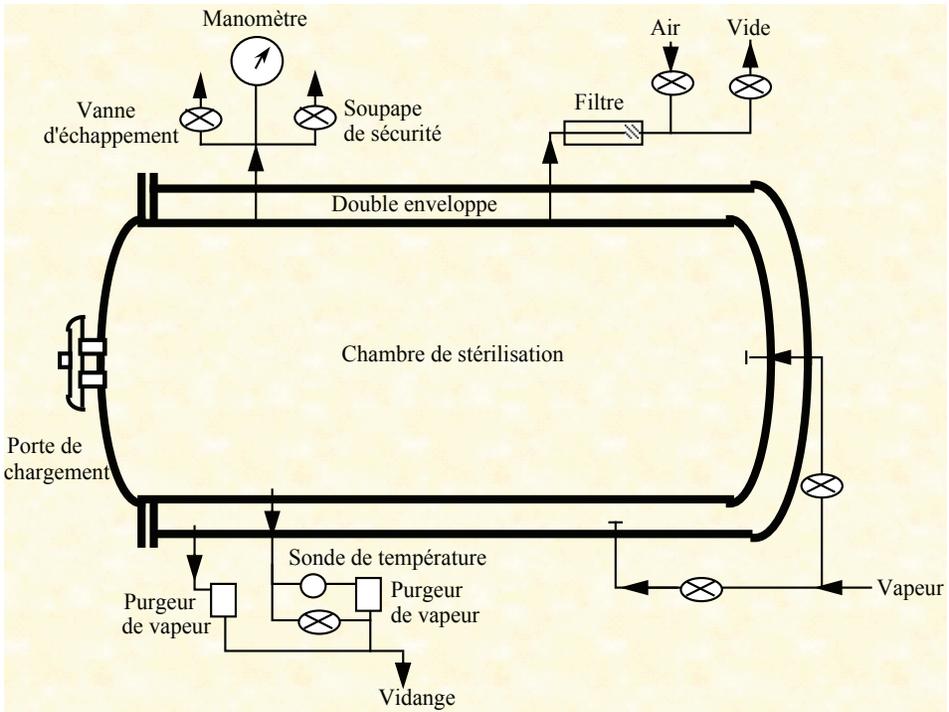
4.1.1 Autoclaves à vapeur

Un autoclave est un récipient métallique conçu pour supporter des pressions élevées, avec une porte étanche et un agencement de tuyaux et de valves au travers duquel la vapeur pénètre dans le récipient et en sort. Étant donné que l'air est un isolant efficace et un facteur déterminant de l'efficacité du traitement à la vapeur, il est essentiel d'éliminer l'air de l'autoclave pour garantir que la chaleur pénètre dans les déchets. Les autoclaves de traitement des déchets doivent aussi traiter l'air éliminé au début du procédé pour éviter toute libération d'aérosols pathogènes. Cela se fait généralement en traitant l'air à la vapeur ou en le faisant traverser un filtre spécifique (par exemple, un filtre à haute efficacité pour les particules [HEPA] ou un filtre microbiologique) avant son évacuation. Le condensat résultant doit aussi être décontaminé avant d'être évacué dans le circuit des eaux usées.

4.1.1.1 Autoclaves à vapeur (avec système de vide)

Pour garantir une décontamination sûre des déchets, les autoclaves de traitement des déchets modernes utilisent une pompe à vide et/ou un éjecteur à vapeur pour évacuer l'air avant d'introduire la vapeur. Une option est l'autoclave à vide préalable, qui évacue l'air avant d'injecter la vapeur (figure 3). Les autoclaves qui utilisent un procédé à vide fractionné pour éliminer l'air sont plus sûrs. Ce procédé évacue l'air et fait entrer de la vapeur plusieurs fois pour éliminer le plus possible d'air de la chambre, assurer une meilleure pénétration de la vapeur dans les déchets et une meilleure homogénéité de la température pendant la phase de décontamination (figure 4). Après le traitement, une phase de séchage est ajoutée pour protéger l'opérateur contre la sortie de vapeur lors de l'ouverture de la porte. Les déchets sont décontaminés à une température comprise entre 121 °C et 134 °C. Par conséquent, les sacs qui sont utilisés pour les déchets dans les autoclaves doivent résister à la chaleur et laisser pénétrer la vapeur dans le sac. Les sacs en polyéthylène (les plus courants) peuvent résister jusqu'à 121 °C, mais des sacs en polypropylène sont nécessaires pour les machines fonctionnant à 134 °C. Après le traitement, les déchets sont considérés comme des déchets non dangereux et peuvent être éliminés en conséquence.

Figure 2. Autoclave à vapeur avec système de vide



Source : UNEP 2012a.

Figure 3. Procédé de stérilisation à la vapeur avec vide préalable

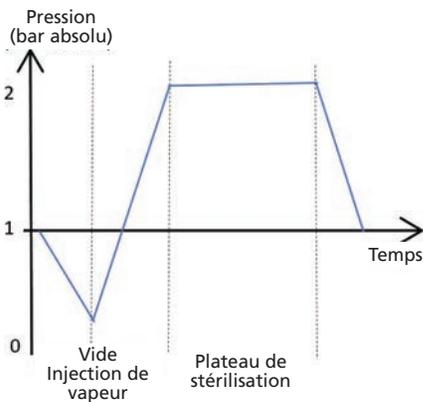
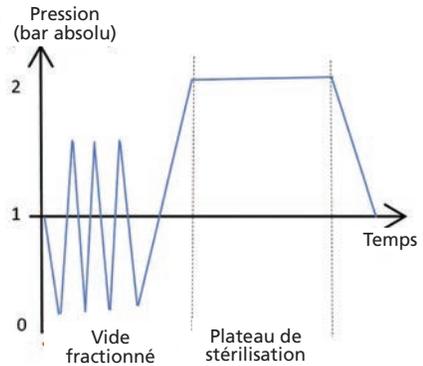


Figure 4. Procédé de stérilisation à la vapeur vide fractionné



L'utilisation d'autoclaves à vapeur avec système de vide comporte les avantages et les inconvénients suivants :

| Avantages | Inconvénients |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ Faible impact sur l'environnement ✓ Pas de résidus dangereux ✓ Conforme à la Convention de Stockholm ✓ Certains déchets traités peuvent être recyclés | <ul style="list-style-type: none"> ✗ Nécessité d'une collecte fiable des déchets solides ✗ Nécessité d'un raccordement fiable à l'eau et à l'électricité ✗ La qualité de l'eau doit être d'un certain niveau pour protéger l'équipement ✗ Un conteneur ou des sacs résistants à la température sont nécessaires pour contenir les déchets ✗ Les résidus sont reconnaissables et peuvent provoquer des lésions (par exemple les objets piquants/coupants/tranchants) |

Aspects sanitaires et environnementaux

L'autoclavage est une technologie respectueuse de l'environnement. Les procédés thermiques à faible température comme l'autoclavage génèrent sensiblement moins de pollution atmosphérique que les procédés d'incinération ; il n'y a donc pas de limites spécifiques d'émissions de polluants pour les autoclaves. Cependant, l'air évacué par la chambre de traitement doit être filtré et le condensat décontaminé pour prévenir tout risque pour la santé des travailleurs.

Exigences pour l'installation

- Électricité : 380/400 volts (les plus petits autoclaves peuvent nécessiter 220/230/240 volts)
- Raccordement à l'eau
- Qualité de l'eau pour la génération de la vapeur : eau douce/eau déminéralisée¹
- Raccordement aux eaux usées
- Air comprimé

Capacités et consommations

La taille des autoclaves de traitement des déchets varie de 5 à 3 000 kg/heure. La durée de cycle inclut le temps nécessaire pour introduire les déchets, l'évacuation de l'air, l'exposition des déchets à la vapeur et l'évacuation des déchets. Le tableau ci-dessous donne quelques exemples de capacités et de consommations d'un procédé d'autoclavage à vide fractionné. Les données sont approximatives et sont basées

¹ Exemple d'exigences minimales de qualité de l'eau : Dureté totale : < 3°dH (< 0,5 mmol CaO/l), sel total : < 500 mg/l, teneur en chlorures : < 100 mg/l, valeur de pH : 5 à 8 (informations fournies par le fabricant)

sur une capacité de charge maximale par cycle et une configuration standard des paramètres⁹.

Tableau 4.

| | | | | | |
|--|-----|-----|-----|-----|------|
| Capacité (kg/cycle) : | 40 | 70 | 150 | 500 | 800 |
| Durée de cycle (minutes) : | 50 | 50 | 50 | 55 | 60 |
| Consommation énergétique (kWh/cycle) : | 7 | 17 | 21 | 40 | 56 |
| Consommation d'eau (l/cycle) : | 200 | 240 | 360 | 950 | 1800 |

Données fournies par : Groupe Matachana – Espagne

4.1.1.2 Autoclaves à vapeur avec broyage intégré

Les autoclaves à vapeur avec fragmentation ou broyage intégrés sont des systèmes à base de vapeur qui ont été mis au point pour améliorer le transfert de chaleur dans les déchets, obtenir un réchauffement plus uniforme des déchets, rendre les déchets non reconnaissables et/ou faire du système de traitement un procédé continu. Ces systèmes sont parfois considérés comme des autoclaves avancés, des autoclaves hybrides ou des technologies avancées de traitement à la vapeur (OMS 2014). Le broyage préalable améliore la pénétration et l'efficacité de la vapeur. Le procédé peut aussi inclure une phase de vide préalable ou de vide fractionné pour améliorer la sécurité. À la fin du cycle, les déchets sont considérés comme des déchets non dangereux et peuvent être éliminés en conséquence. Certains déchets peuvent aussi être recyclés.

L'utilisation d'autoclaves avec fragmentation ou broyage intégrés présente les avantages et les inconvénients suivants :

| Avantages | Inconvénients |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ Faible impact sur l'environnement ✓ Pas de résidus dangereux ✓ Réduction du volume ✓ Les résidus sont non reconnaissables ✓ Conforme à la Convention de Stockholm | <ul style="list-style-type: none"> ✗ Nécessité d'un raccordement fiable à l'eau et à l'électricité ✗ La qualité de l'eau doit être d'un certain niveau pour protéger l'équipement ✗ Coûts et entretien plus élevés (pièces mobiles internes) ✗ L'opérateur doit être qualifié |

Aspects sanitaires et environnementaux

Étant donné que les procédés thermiques à faible température comme

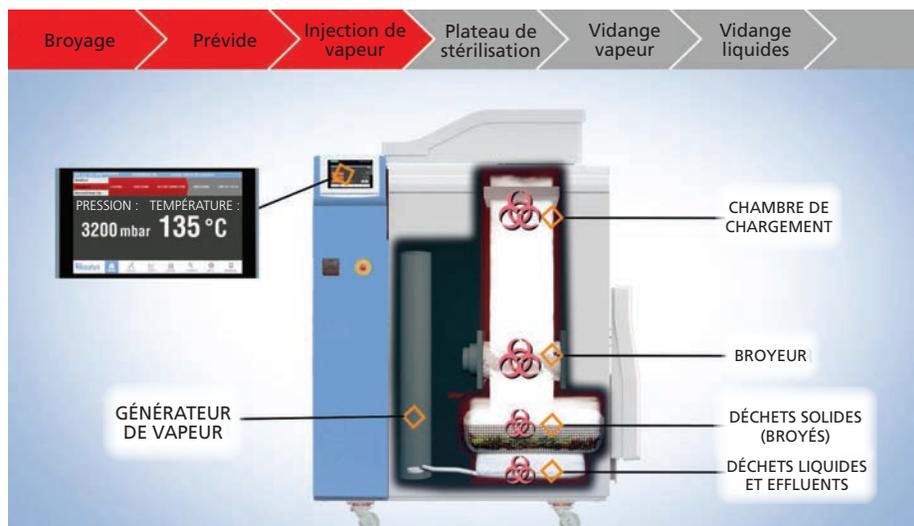
⁹ La configuration standard des paramètres, y compris d'éléments tels que la température/la pression et le temps de rétention pour le procédé de traitement. Les chiffres peuvent varier si, par exemple, les déchets sont humides ou l'eau utilisée est trop chaude. Chaque fabricant/procédé a ses propres paramètres standards particuliers.

les autoclaves hybrides génèrent sensiblement moins de pollution atmosphérique que les procédés d'incinération, il n'y a donc pas de limites spécifiques d'émissions de polluants pour les autoclaves hybrides. Le système doit être entièrement clos pour éviter l'émission d'aérosols pendant le procédé de broyage des déchets.

Exigences pour l'installation

- Électricité : 400 volts
- Raccordement à l'eau
- Qualité de l'eau pour la génération de la vapeur : eau douce/eau déminéralisée
- Raccordement aux eaux usées
- Air comprimé

Figure 5. Autoclaves à vapeur dotés d'un broyeur intégré



Credit : Tesalys/Sterishred, France

Capacités et consommations

Les capacités des autoclaves avec broyeur intégré vont de 5 à 3 000 kg/heure. La durée du cycle inclut le temps nécessaire pour la réalisation du traitement y compris l'introduction des déchets, le broyage, l'exposition des déchets à la vapeur et l'évacuation des déchets. Les tableaux ci-dessous donnent quelques exemples des capacités et des consommations d'autoclaves utilisant un générateur de vapeur intégré et une source de vapeur externe. Les données sont approximatives et sont basées sur une capacité de charge maximale par cycle et une configuration standard des paramètres.

| | | | | |
|--|-----|-----|----|----|
| Capacité (kg/cycle) : | 2.5 | 5 | 10 | 15 |
| Durée du cycle (minutes) : | 30 | 30 | 30 | 45 |
| Consommation énergétique (kWh/cycle) : | 1 | 2.5 | 4 | 15 |
| Consommation d'eau (l/cycle) : | 5 | 10 | 15 | 85 |

Données fournies par : Tesalys/Sterishred - France (l'énergie est calculée avec un générateur intégré)

| | | | | | |
|--|------|-----|-----|-----|-----|
| Capacité (kg/cycle) : | 15 | 23 | 53 | 165 | 375 |
| Durée du cycle (minutes) : | 30 | 30 | 30 | 35 | 45 |
| Consommation énergétique (kWh/cycle) : | 0.55 | 1.4 | 1.7 | 4 | 9 |
| Consommation d'eau (l/cycle) : | 5 | 15 | 25 | 35 | 50 |

Données fournies par : Ecodas – France (l'énergie est calculée sans générateur intégré)

4.1.2 Technologies de type micro-ondes

Le traitement par micro-ondes est essentiellement un procédé à base de vapeur, étant donné qu'il s'opère sous l'action de la chaleur humide et de la vapeur générée par l'énergie des micro-ondes. L'eau contenue dans les déchets est rapidement chauffée par l'énergie des micro-ondes à une fréquence d'environ 2 450 MHz et à une longueur d'onde de 12,24 cm. En général les systèmes de traitement par micro-ondes comprennent une zone ou chambre de traitement dans laquelle est dirigée l'énergie des micro-ondes à partir d'un générateur de micro-ondes. Dans cette chambre, les déchets sont chauffés jusqu'à 100 °C. Les systèmes à micro-ondes peuvent être affectés par l'altitude du lieu dans lequel sont utilisées les micro-ondes. À des altitudes plus grandes, en raison de la diminution de la pression, le délai pour atteindre les 100 °C peut être plus long, ce qui entraîne un allongement de la durée de traitement. Après le traitement, les déchets sont considérés comme des déchets non dangereux et peuvent être éliminés en conséquence.

4.1.2.1 Micro-ondes par lots

Un système à micro-ondes par lots traite les déchets par lots dans une unité fermée de décontamination des déchets. Certaines unités nécessitent des conteneurs micro-ondables réutilisables, complètement fermés, spéciaux dans lesquels les déchets sont collectés au préalable. Les systèmes à micro-ondes peuvent avoir plusieurs cycles programmables correspondant à différentes températures de traitement ou différents niveaux de désinfection.

L'utilisation de micro-ondes par lots pour le traitement des déchets infectieux et des déchets piquants/coupants/tranchants présente les avantages et les inconvénients suivants :

| Avantages | Inconvénients |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ Faible impact sur l'environnement ✓ Pas de résidus dangereux ✓ Conforme à la Convention de Stockholm | <ul style="list-style-type: none"> ✗ Nécessité d'une collecte fiable des déchets solides ✗ Raccordement fiable à l'électricité nécessaire ✗ Les déchets doivent contenir un minimum d'humidité, sans quoi il faut ajouter de l'eau ✗ Des conteneurs de déchets spéciaux sont nécessaires |

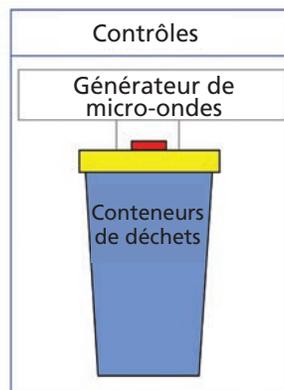
Aspects sanitaires et environnementaux

Le traitement par micro-ondes est une technologie respectueuse de l'environnement. Les eaux usées sont décontaminées pendant le procédé. Les émissions atmosphériques des unités de micro-ondes sont très faibles. Aucune limite d'émissions de polluants n'est appliquée spécifiquement pour le traitement par micro-ondes

Exigences pour l'installation

- Électricité : 400 volts (les plus petites unités peuvent nécessiter 220/230/240 volts)
- Raccordement à l'eau
- Qualité de l'eau : eau du robinet
- Raccordement aux eaux usées

Figure 6. Micro-ondes par lots



Capacités et consommations

Les capacités des systèmes à micro-ondes par lots varient de 10 à 210 kg par heure. La durée du cycle inclut le temps nécessaire pour introduire

les déchets, les traiter et les évacuer. Les tableaux ci-dessous donnent quelques exemples de capacités et de consommations. Les données sont approximatives et sont basées sur une capacité de charge maximale par cycle et une configuration standard des paramètres.

| | | | | |
|--|-----|-----|-----|-----|
| Capacité (kg/cycle) : | 3 | 6 | 10 | 20 |
| Durée du cycle (minutes) : | 45 | 45 | 45 | 45 |
| Consommation énergétique (kWh/cycle) : | 0.9 | 1.8 | 2.3 | 3.5 |
| Consommation d'eau (l/cycle) : | 0.5 | 1.0 | 1.5 | 2.5 |

Données fournies par : Meteka GmbH – Autriche

4.1.2.2 Technologies des micro-ondes en continu

Un système à micro-ondes en continu classique comprend un système de chargement automatique, une trémie, un broyeur, un transporteur à vis, un générateur de vapeur, des générateurs de micro-ondes, une vis de décharge et des commandes. L'équipement comprend un circuit hydraulique, un filtre HEPA et des commandes à microprocesseur. Les sacs de déchets sont introduits dans la trémie dans laquelle il est aussi possible d'injecter de la vapeur. Pour empêcher la libération d'agents pathogènes dans l'air, l'air est extrait à travers un filtre HEPA pendant le chargement des sacs de déchets. Après la fermeture du couvercle de la trémie, les déchets passent dans un broyeur. Les particules de déchets sont transportées vers un grand transporteur métallique (transporteur à vis) où elles sont exposées à de la vapeur et chauffées jusqu'à atteindre 100 °C par plusieurs générateurs de micro-ondes. Les déchets passent ensuite dans une section de rétention où ils sont maintenus à 100 °C pendant 50 minutes.

L'utilisation de la technologie des micro-ondes en continu comporte les avantages et les inconvénients suivants :

| Avantages | Inconvénients |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ Faible impact sur l'environnement ✓ Les résidus ne sont pas dangereux ✓ Les résidus sont non reconnaissables ✓ Réduction des déchets ✓ Conforme à la Convention de Stockholm | <ul style="list-style-type: none"> ✗ Nécessité de raccordement à une source d'électricité fiable ✗ Coûts et entretien plus élevés (pièces mobiles internes) ✗ Les déchets doivent contenir un minimum d'humidité, sans quoi il faut ajouter de l'eau |

Aspects sanitaires et environnementaux

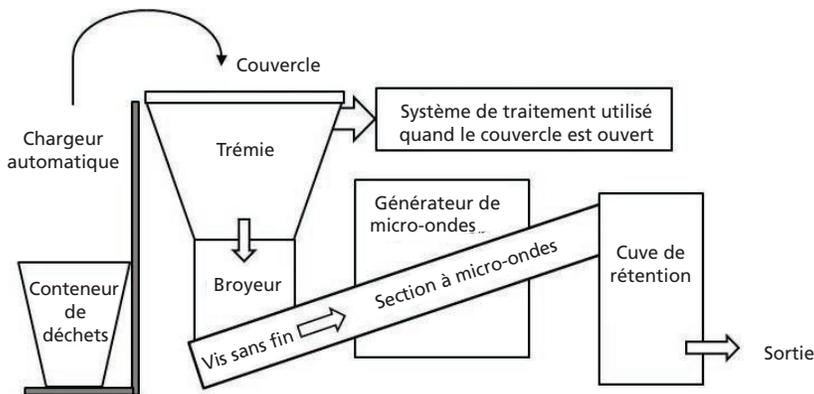
Le traitement par micro-ondes est une technologie respectueuse de l'environnement. Les eaux usées sont décontaminées pendant le procédé. Les émissions atmosphériques des unités de micro-ondes sont

très faibles. Aucune limite d'émissions de polluants n'est appliquée spécifiquement pour le traitement par micro-ondes. Le système doit être complètement clos pour éviter l'émission d'aérosols pendant le procédé de broyage des déchets.

Exigences pour l'installation

- Électricité : 380/400 V

Figure 7. Procédé de micro-ondes en continu



Capacités et consommations

La capacité des technologies des micro-ondes en continu varie de 100 à 800 kg par heure. La durée de cycle inclut le temps nécessaire pour introduire les déchets, les exposer à la vapeur et les évacuer. Le tableau ci-dessous donne quelques exemples de capacités et de consommations. La consommation est basée sur une capacité de charge maximale, par cycle et avec une configuration standard des paramètres :

| | | | | |
|--|-----|-----|-----|-----|
| Capacité (kg/lot) : | 100 | 175 | 300 | 500 |
| Système en continu : déchets décontaminés en (minutes) : | 60 | 60 | 60 | 60 |
| Consommation énergétique (kWh/cycle) : | 20 | 45 | 60 | 100 |

Données fournies par : AMB ecosteryl - Belgique

4.1.3 Traitement thermique par frottement

Le frottement thermique peut aussi être utilisé pour la destruction de déchets médicaux. La technologie utilise la chaleur générée par le frottement et l'impact des déchets sur les pales d'un rotor, chaleur

qui peut être ajustée par des résistances chauffantes, si nécessaire. Les déchets sont chauffés jusqu'à atteindre 150 °C, pendant qu'ils sont broyés pour devenir non reconnaissables. La chaleur est fournie par des chauffages ou générée par un rotor fonctionnant à grande vitesse (typiquement de 1 000 à 2 000 t/min). L'humidité est maintenue dans la chambre par pression négative.

Pour leur décontamination, les déchets sont maintenus entre 135 et 150 °C. Les vapeurs génèrent un flux entre des échangeurs de chaleur où l'eau est condensée. Les déchets progressent vers un groupe filtrant (charbon actif et filtres HEPA) avant d'être libérés dans l'environnement.

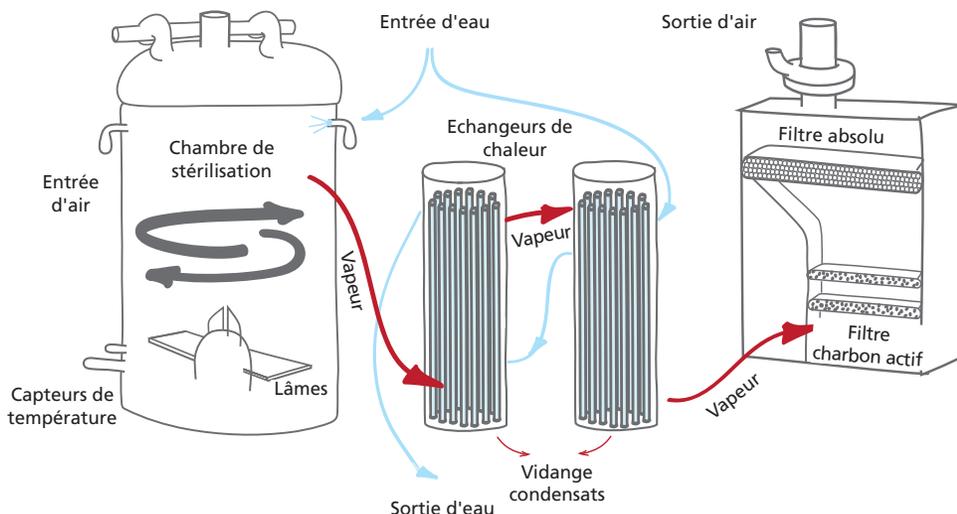
L'utilisation du traitement thermique par frottement comporte les avantages et les inconvénients suivants :

| Avantages | Inconvénients |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ Faible impact sur l'environnement ✓ Les résidus ne sont pas dangereux ✓ Réduction du volume de déchets ✓ Les résidus sont non reconnaissables ✓ Conforme à la Convention de Stockholm | <ul style="list-style-type: none"> ✗ Nécessité de raccordement à une source d'électricité fiable ✗ Coût d'entretien plus élevé (pièces mobiles internes) |

Aspects sanitaires et environnementaux

Le traitement thermique par frottement est une technologie respectueuse de l'environnement. Aucune émission ni aucun effluent ne sont générés. Aucune limite d'émission de polluants spécifique ne s'applique aux systèmes de traitement thermique par frottement. Le

Figure 8. Procédé de traitement thermique par frottement



Credit : Newster System Srl, Italy

système doit être complètement clos pour éviter l'émission d'aérosols pendant le procédé de broyage des déchets.

Exigences pour l'installation

- Électricité : 400 V – 50 Hz
- Raccordement à l'eau : oui
- Qualité de l'eau : eau du robinet
- Raccordement aux eaux usées : oui

Capacités et consommations

Les capacités des systèmes de traitement thermique par frottement varient de 10 à 600 kg par heure. La durée de cycle inclut le temps nécessaire pour introduire les déchets, les exposer au frottement thermique et les évacuer. Le tableau ci-dessous donne quelques exemples de capacités et de consommations. La consommation est basée sur une capacité de charge maximale par cycle avec une configuration standard des paramètres :

| Capacité (kg/cycle) : | 11 – 13 | 18 – 20 | 45 – 50 | 55 – 60 |
|--|---------|---------|---------|---------|
| Durée du cycle (minutes) : | 40 – 50 | 30 – 45 | 45 – 50 | 35 – 45 |
| Consommation énergétique (kWh/cycle) : | 10 – 12 | 12 – 14 | 30 – 35 | 35 – 40 |
| Consommation d'eau (l/cycle) : | 5 – 15 | 15 – 40 | 30 – 50 | 75 – 90 |

Données fournies par : Newster System Srl – Italie

4.2 Procédés chimiques (automatisés)

4.2.1 Technologie à base d'hypochlorite de sodium

Cette technologie de traitement physico-chimique assure la désinfection des déchets infectieux grâce au pouvoir oxydant de l'hypochlorite de sodium (NaClO). À la différence du traitement manuel des déchets infectieux par des produits chimiques, le procédé est automatisé et contrôlé en continu pour garantir une décontamination efficace et sans danger des déchets. On manque de preuves et d'exemples quant à l'efficacité de cette technologie. Le système contrôle automatiquement les paramètres physico-chimiques pendant le procédé d'oxydation (pH, température et conductibilité). Les déchets sont introduits dans le système par un tapis roulant ou directement dans le broyeur où ils sont broyés dans des conditions de pression négative et dans une atmosphère oxydante. L'air est filtré par un filtre HEPA. Pendant le procédé d'oxydation dans un réacteur, un système d'aspiration d'air fait passer tous les gaz dans un piège chimique liquide (neutralisation), puis les fait traverser des filtres à charbon, pour éviter de libérer des

émissions dangereuses dans l'atmosphère. Après la décontamination, les déchets sont neutralisés avec du thiosulfate de sodium pour s'assurer qu'il ne reste pas de chlore libre.

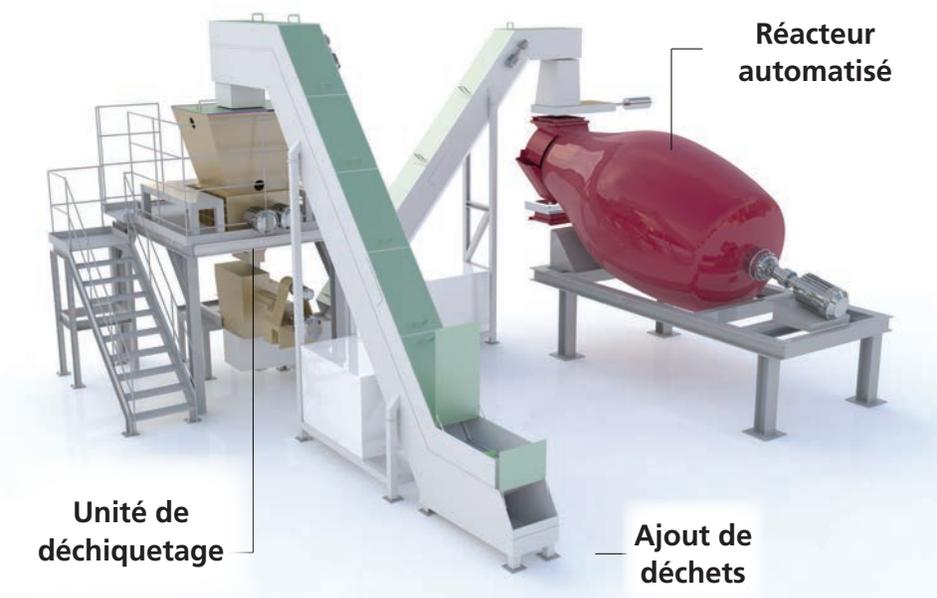
L'utilisation du traitement automatisé à l'hypochlorite de sodium comporte les avantages et les inconvénients suivants :

| Avantages | Inconvénients |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ Faible impact sur l'environnement ✓ Pas de résidus dangereux ✓ Réduction du volume de déchets ✓ Les résidus sont non reconnaissables ✓ Conforme à la Convention de Stockholm | <ul style="list-style-type: none"> ✗ Il est difficile de faire un suivi en temps réel de la concentration chimique ✗ Il est nécessaire d'appliquer des mesures strictes de sécurité professionnelle ✗ Coûts et entretien plus élevés (pièces mobiles internes) |

Aspects sanitaires et environnementaux

L'hypochlorite de sodium est un oxydant puissant et les réactions d'oxydation sont corrosives. Les solutions provoquent des brûlures sur la peau et peuvent entraîner des lésions oculaires, en particulier lorsqu'elles sont concentrées. Le système doit donc être clos et automatisé. Il est nécessaire de prendre des mesures strictes de santé et de sécurité au travail pour protéger les agents de santé et l'environnement.

Figure 9. Système de traitement à l'hypochlorite de sodium



Exigences pour l'installation

- Intrant : hypochlorite de sodium et thiosulfate de sodium
- Raccordement électrique : 380/400 V
- Raccordement à l'eau
- Raccordement aux eaux usées

Capacités et consommations

Les capacités des systèmes de traitement à l'hypochlorite de sodium varient de 600 à 3 000 kg par heure. La durée de cycle inclut le temps nécessaire pour introduire les déchets, les traiter et les évacuer. Le tableau ci-dessous donne quelques exemples de capacités et de consommations. La consommation est basée sur une capacité de charge maximale par cycle avec une configuration standard des paramètres :

| | | |
|--|-----------|------------|
| Capacité (kg/lot) : | 600 | 3000 |
| Durée du cycle (minutes) : | 180 | 180 |
| Consommation énergétique (kWh/cycle) : | 180 | 360 |
| Consommation d'eau (l/cycle) : | 600 | 3000 |
| Hypochlorite de sodium à 12 – 15 % (l/cycle) : | 150 – 300 | 750 – 1350 |
| Thiosulfate de sodium à 95 % (l/cycle) : | 1.5 – 3 | 4.5 – 6 |

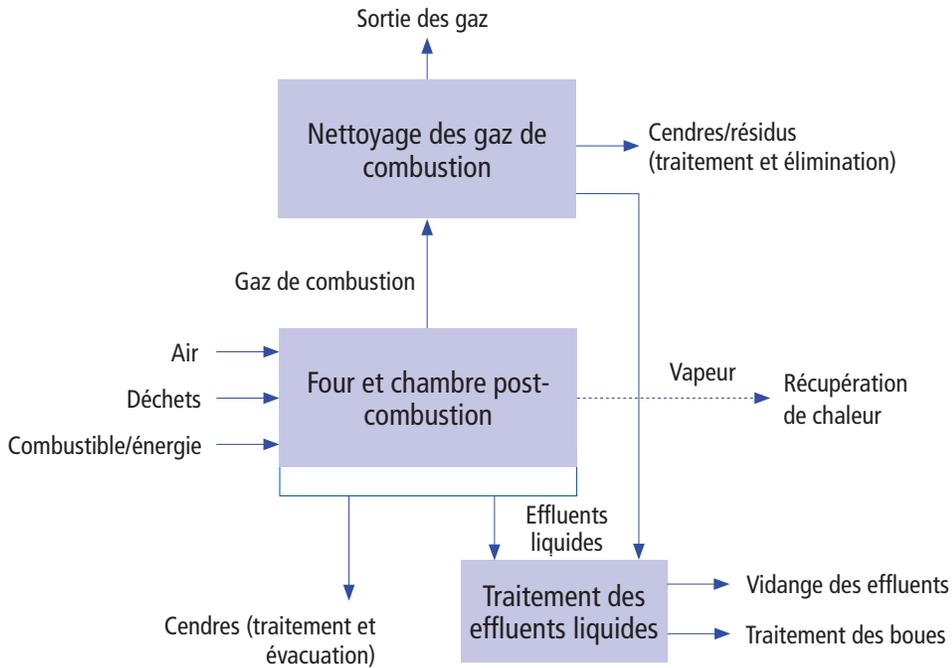
Données fournies par : ATHISA – Espagne

4.3 Incinération

Conformément à la Convention de Stockholm, il convient d'appliquer les meilleures techniques existantes (MTE). Les MTE, avec une combinaison convenable de mesures primaires et secondaires permettent d'obtenir une émission atmosphérique de dioxine et de furane inférieure à 0,1 ng I-TEQ³ /Nm³ (équivalent toxique international) (à 11 % d'O₂) et inférieure à 0,1 ng I-TEQ/l pour les eaux usées évacuées de l'établissement (PNUE 2007). Les *mesures primaires* pour les incinérateurs thermiques à haute température incluent deux chambres de combustion (850 °C/1 100 °C), un brûleur auxiliaire, un temps de séjour suffisant de l'air dans la deuxième chambre, une teneur suffisante en oxygène et une forte turbulence des gaz d'échappement. Des systèmes de traitement supplémentaires des gaz de combustion sont nécessaires en tant que mesures secondaires. Peu d'incinérateurs de petite et moyenne tailles opérant conformément à la Convention de Stockholm sont disponibles sur le marché. La plupart

³ TEQ : l'équivalent toxique exprime la masse pondérée par la toxicité de mélanges de dibenzodioxines polychlorées (PCDD), de polychlorodibenzofuranes (PCDF) et de polychlorobiphényles (PCB).

Figure 10. Procédé d'incinération avec traitement des gaz de combustion



Credit : UNEP 2007

des pays à faibles revenus n'ont pas à disposition des laboratoires pour analyser la dioxine et le furane, ce qui fait qu'il n'est pas facile de surveiller la performance. Les incinérateurs haute technologie nécessitent des contrôles fiables des paramètres de combustion, un système de nettoyage des gaz de combustion (élimination des poussières, filtres en céramique, épurateurs cyclone et dépoussiéreurs électriques) et un traitement des eaux usées. Ils sont donc très onéreux. Il existe des installations plus petites, mais il est nécessaire de traiter 100 000 tonnes de déchets par an pour qu'elles soient efficaces et rentables (OMS 2007).

Ce document est destiné aux pays à revenu intermédiaire, tranche inférieure dans lesquels une incinération haute technologie conforme à la Convention de Stockholm n'est pas considérée comme étant réaliste. Ce procédé n'est donc pas inclus dans ce guide. D'autres options d'incinération sont décrites dans le chapitre suivant.

5. Technologies dans des contextes de faibles ressources

Dans des contextes de faibles ressources ou d'urgence, des méthodes provisoires peuvent être appliquées en attendant de mettre en place les systèmes et le personnel nécessaires permettant d'installer, d'exploiter et d'entretenir des technologies plus avancées. Ces méthodes peuvent ne pas satisfaire aux exigences de la Convention de Stockholm (PNUE 2007) et doivent donc être considérées comme une solution provisoire. Dans certains pays, où les services d'EAH élémentaires sont absents des établissements de santé, il peut ne pas y avoir aucune alternative au brûlage à l'air libre pour la destruction des déchets. Ainsi, l'objectif consisterait à améliorer progressivement cet état de fait par la construction d'un incinérateur fabriqué sur place à partir de briques et d'une barrique. De plus, dans des situations d'urgence comme les épidémies de maladies infectieuses, le volume des déchets augmente rapidement et doit être pris en compte dans la sélection des technologies de traitement des déchets.

5.1 Autoclaves automatisés à déplacement par gravité à vide pulsé

Ces autoclaves tirent avantage du fait que la vapeur est plus légère que l'air. La vapeur est introduite sous pression dans la chambre ce qui oblige l'air à descendre et à sortir de la chambre par un orifice de sortie. Ces autoclaves utilisent le vide pulsé pour diminuer le risque qu'il reste de l'air dans la chambre, ce qui pourrait nuire à la décontamination. Pour obtenir un vide pulsé, il faut pressuriser l'autoclave avec de la vapeur de manière répétée, puis relâcher cette vapeur pour expulser l'air en dehors de poches. Il n'y a pas génération de vide. Il faut au minimum que l'air expulsé et le condensat soient évacués dans un système d'égouts fermé, un puisard ou que, dans l'idéal, l'autoclave soit équipé d'un filtre HEPA. Les autoclaves à déplacement par gravité simples sans vide pulsé ne doivent pas être utilisés pour la décontamination sécurisée des déchets infectieux, étant donné que ces déchets risquent de ne pas être atteints par la vapeur et de ne pas être décontaminés (Stolze,

Kühling 2009). Il est possible d'obtenir manuellement un vide pulsé, mais l'efficacité de la décontamination dépend en grande partie du comportement de l'opérateur.

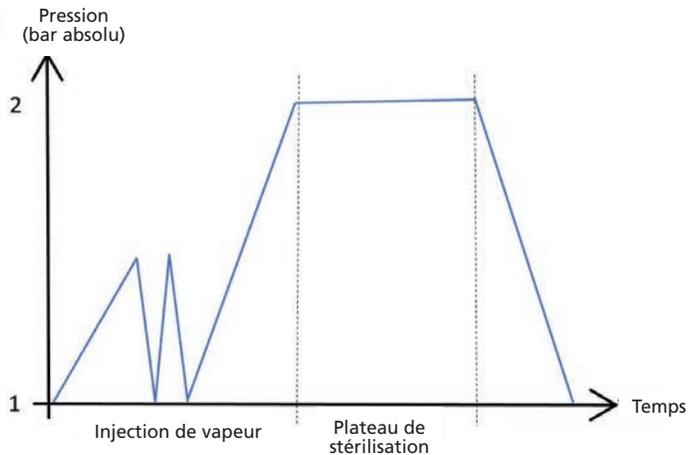
Aspects sanitaires et environnementaux

À l'instar des autres systèmes à base de vapeur, il s'agit d'un procédé à faible température qui génère moins de pollution atmosphérique que les procédés d'incinération. Aucune limite d'émission de polluants spécifique ne s'applique aux systèmes d'autoclaves. Cependant, il existe un risque plus élevé de décontamination incomplète des déchets s'il reste de l'air dans les déchets.

Exigences pour l'installation

- Électricité : 220/230/240 volts
- Raccordement à l'eau : facultatif
- Qualité de l'eau pour la génération de la vapeur : déminéralisée
- Raccordement aux eaux usées

Figure 11. Autoclave automatisé à déplacement



Credit : Ute Pieper

Capacités et consommations

La capacité varie de 5 kg à plus de 50 kg par heure. Les données sur la consommation ne sont pas disponibles.

L'utilisation d'autoclaves automatisés à déplacement par gravité à vide pulsé pour le traitement de déchets infectieux et de déchets piquants/coupants/tranchants présente les avantages et les inconvénients suivants :

| Avantages | Inconvénients |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ Faible impact sur l'environnement ✓ Pas de résidus dangereux ✓ Conforme à la Convention de Stockholm | <ul style="list-style-type: none"> ✗ Nécessité de raccordement à une source d'électricité fiable ✗ L'efficacité de la décontamination des déchets est étroitement liée au type de déchets traités (le matériel à petite lumière et poreux risque de ne pas être décontaminé) |

5.2 Options d'incinération

Alors que les technologies autres que l'incinération sont les options préférées, dans de nombreux établissements des pays à revenu intermédiaire, tranche inférieure, elles ne peuvent pas être appliquées du fait du manque de services fiables pour l'approvisionnement en eau et en électricité, et pour la collecte des déchets solides. Cependant, dans tous les pays, il convient de consentir des efforts pour améliorer graduellement la gestion des déchets médicaux et d'engager des efforts plurisectoriels pour modifier les systèmes.

5.2.1 Incinération à deux chambres sans traitement des gaz de combustion

Un incinérateur à deux chambres sans traitement des gaz de combustion comprend une chambre de combustion primaire et une chambre de combustion secondaire. Les déchets sont décomposés par l'effet thermique selon des procédés de combustion à moyenne température et produisent des cendres et des gaz. Les déchets sont incinérés dans la chambre de combustion primaire à une température de supérieure ou égale à 850 °C. Plusieurs brûleurs à fuel ou à gaz maintiennent la température dans la chambre primaire. Les vapeurs générées dans la chambre primaire sont acheminées vers une chambre secondaire qui possède un ou plusieurs brûleurs pour augmenter la température jusqu'aux 1 100 à 1 200 °C nécessaires pour les déchets chlorés tels que les déchets médicaux. Le gaz de combustion résultant n'est pas traité.

Dans le cas d'un incinérateur à commandes minimales, un opérateur bien formé doit surveiller et ajuster les températures de la chambre primaire et de la chambre secondaire, le taux de charge et les niveaux d'air dans les chambres de combustion primaire et secondaire.

L'utilisation d'incinérateurs à deux chambres sans traitement des gaz de combustion comporte les avantages et les inconvénients suivants :

| Avantages | Inconvénients |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ Réduction du volume de déchets ✓ Les résidus sont non reconnaissables | <ul style="list-style-type: none"> ✗ Impact élevé sur la santé et l'environnement (émissions atmosphériques et risques de brûlure) ✗ Les cendres résiduelles et volantes sont potentiellement dangereuses ✗ N'est pas conforme à la Convention de Stockholm |

Aspects sanitaires et environnementaux

Les incinérateurs libèrent dans l'atmosphère une grande diversité de polluants, y compris des dioxines et des furanes. Les polluants varient en fonction de la composition des déchets. Les cendres résiduelles sont aussi généralement contaminées par des dioxines, des composés organiques lessivables et des métaux lourds, et doivent être traitées comme des déchets dangereux. Les cendres doivent être éliminées dans des sites prévus pour les déchets dangereux, par exemple des cellules prévues à cet effet dans des centres d'enfouissement technique et placées dans des sites spécialisés de remblayage en une seule opération ou éliminées dans le sol dans des cendriers.

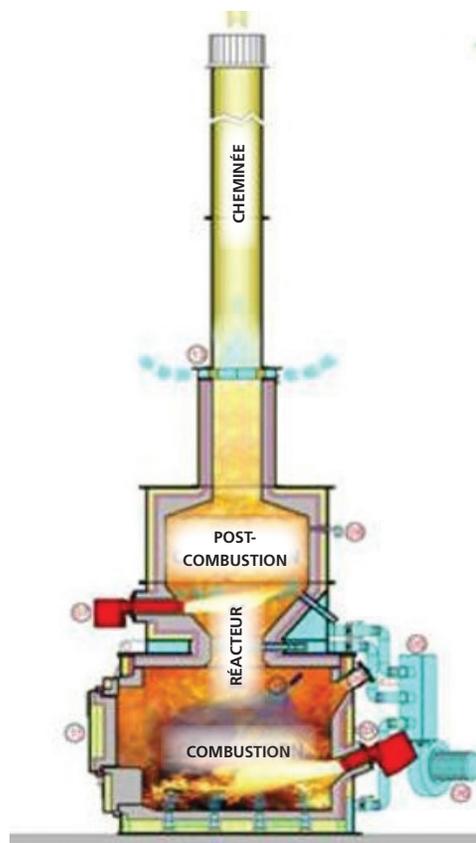
Exigences pour l'installation

- Électricité : 220/230/240 volts
- Type de combustible : fuel, gaz

Capacités et consommations

La capacité des incinérateurs à deux chambres varie de 5 à 500 kg par heure avec une consommation de combustible allant de 3 à 65 litres par

Figure 12. Incinérateur à deux chambres



heure. Le tableau 4 en présente quelques exemples. La durée de cycle inclut le temps nécessaire pour introduire les déchets, les traiter et les évacuer. Le tableau ci-dessous donne quelques exemples de capacités et de consommations. La consommation est basée sur une charge maximale :

| | | |
|----------------------------------|----|----|
| Capacité (kg/lot) : | 15 | 20 |
| Durée du cycle (minutes) : | 60 | 60 |
| Consommation de fuel (l/cycle) : | 3 | 3 |

Données fournies par : TTM e.V. – Allemagne pour l’incinération à deux chambres.

5.2.2 Incinération à une seule chambre sans traitement des gaz de combustion

Les incinérateurs de petite taille comme les incinérateurs à une seule chambre, à tambour et en brique sont conçus pour répondre aux besoins urgents de protection de la santé publique en l’absence de ressources nécessaires pour appliquer et maintenir des technologies plus sophistiquées. Cependant, ils peuvent émettre des concentrations de dioxines et de furanes 400 fois supérieures à la valeur de 0,1 ng/m³ recommandée par la Convention de Stockholm (Batterman 2004). L’utilisation de telles technologies implique de faire un compromis entre les impacts sur la santé des êtres humains et l’environnement du fait de la combustion et le besoin impérieux de protéger la santé publique où la seule alternative serait une mise en décharge non discriminée.

L’utilisation d’incinérateurs à une seule chambre sans traitement des gaz de combustion comporte les avantages et les inconvénients suivants :

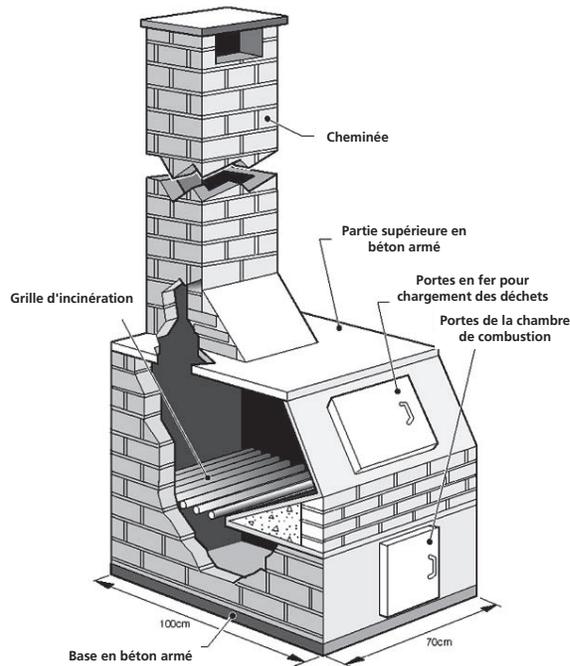
| Avantages | Inconvénients |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ Les résidus sont non reconnaissables ✓ Réduction du volume de déchets | <ul style="list-style-type: none"> ✗ Impact très élevé et négatif sur l’environnement et la santé (émissions atmosphériques élevées) ✗ Les agents pathogènes peuvent survivre à ce procédé ✗ Les cendres résiduelles et volantes sont potentiellement dangereuses ✗ N’est pas conforme à la Convention de Stockholm |

Aspects sanitaires et environnementaux

Les incinérateurs de déchets médicaux libèrent dans l’atmosphère une grande diversité de polluants, y compris des dioxines et des furanes,

en fonction de la composition des déchets. On peut aussi trouver des agents pathogènes dans les résidus solides et dans les échappements des incinérateurs qui sont mal conçus et exploités. De plus, les cendres résiduelles sont généralement contaminées par des dioxines, des composés organiques lessivables et des métaux lourds, et doivent être traitées comme des déchets dangereux.

Figure 13. Incinération à une seule chambre



WEDC, Emergency Sanitation - Assessment and Program Design, Figure 8.4 Permanent Incinerator, Loughborough University, 2002

Exigences en termes d'installation et de construction

- Matériel de construction :
 - Briques réfractaires et mortier résistants à la chaleur
 - Pièces métalliques en acier inoxydable de grade élevé
- Type de combustible : biomasse (bois, coques de noix de coco, etc.)

Capacités et consommations

a plupart des incinérateurs à une seule chambre sont peu onéreux, mais ont aussi une durée de vie inférieure à 5 ans. Les capacités vont de 5 à 50 kg par heure et les coûts de la biomasse dépendent en fonction du marché local.

Problèmes fréquemment rencontrés :

- Fonctionnement :
 - L'incinérateur n'est pas préchauffé à la biomasse (faibles températures - émissions élevées).
 - L'incinérateur se remplit en excès.
- Les portes et les cadres d'accès au foyer se déforment, les charnières se bloquent et se cassent, et les assemblages se décollent du mortier.
- Les grilles se déforment, se cassent ou se colmatent.
- Les cheminées souffrent de corrosion et les supports des cheminées (haubans) sont mal fixés, se cassent, se relâchent ou sont absents.
- La maçonnerie, les briques et, en particulier les joints de mortier, se craquèlent.
- Les grilles sont endommagées ou absentes.

5.2.3 Brûlage à l'air libre

Le brûlage à l'air libre couvre un vaste éventail de pratiques différentes de combustion de déchets non contrôlées, y compris les feux dans les décharges, dans des fosses ou sur des terrains découverts. En cas d'urgence, le brûlage à l'air libre est le moyen le plus facile et le plus sain de réduire le volume de déchets et d'éliminer les matières combustibles. C'est particulièrement vrai dans des situations où il n'est pas possible de manipuler les déchets de manière organisée.

Ce document ne fournit pas d'orientations pour les pratiques de brûlage à l'air libre, car il reconnaît les dangers pour les êtres humains et l'environnement qu'elles provoquent. Ce procédé devrait être utilisé le moins possible et remplacé dès que possible et dans la mesure du possible. Le brûlage à l'air libre devrait être considéré comme une solution de derniers recours lorsqu'aucune autre méthode d'élimination ou de récupération n'est disponible en raison de l'inadéquation des infrastructures, lorsqu'une élimination sanitaire est nécessaire pour lutter contre des maladies ou des nuisibles ou en cas de catastrophe ou autre urgence (PNUE 2007, section VI).

Le brûlage à l'air libre de déchets infectieux et de déchets piquants/coupants/tranchants présente les avantages et les inconvénients suivants :

| Avantages | Inconvénients |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ Aucune infrastructure spécifique n'est nécessaire. Aucun besoin d'énergie ni d'eau non plus ✓ Les résidus sont principalement non reconnaissables ✓ Réduction du volume de déchets | <ul style="list-style-type: none"> ✗ Impact très élevé et négatif sur l'environnement et la santé (émissions atmosphériques très élevées) ✗ Les cendres et les émissions peuvent contenir des agents pathogènes. ✗ Les cendres résiduelles sont potentiellement dangereuses ✗ N'est pas conforme à la Convention de Stockholm |

Aspects sanitaires et environnementaux

L'incinération à basse température et l'incandescence typiques du brûlage à l'air libre favorisent la formation d'un éventail de produits chimiques toxiques et potentiellement dangereux, y compris des dioxines et des furanes. Ces composés se forment pendant le brûlage à l'air libre, quelle que soit la composition du matériel incinéré. Les composés produits par le brûlage à l'air libre peuvent se déplacer sur de grandes distances et se déposer sur le sol, les plantes et dans l'eau. Les cendres résiduelles dans le tas carbonisé contiennent aussi des polluants qui peuvent se propager dans le sol et dans l'eau. De plus, la fumée et les particules issues des substances brûlées à l'air libre peuvent déclencher des problèmes de santé (PNUE 2007, section VI). Les agents pathogènes peuvent ne pas être détruits par les températures relativement basses du brûlage à l'air libre et être dispersés dans l'air dans les cendres et d'autres particules.

Exigences pour l'installation

- Espace disponible dans l'enceinte de l'établissement de santé
- Nappe phréatique profonde pour réduire le risque de contamination des eaux souterraines par des effluents dangereux

Capacités et consommations

Sans objet.

Annexe 1

Options technologiques

Procédés thermiques à faible température

Les technologies de traitement à base de vapeur sont largement utilisées pour détruire les agents pathogènes contenus dans les déchets infectieux et les déchets piquants/coupants/tranchants au moyen de la chaleur (énergie thermique) pendant une période donnée, en fonction du volume et du contenu de la charge. En général, les technologies thermiques à faible température pour le traitement des déchets appliquent une température comprise entre 100 °C et 180 °C et les procédés sont exécutés dans des environnements de chaleur humide ou de chaleur sèche. Le traitement thermique humide utilise de la vapeur pour désinfecter les déchets et est généralement exécuté dans un autoclave ou un système de traitement à base de chaleur (OMS 2014). Le traitement par micro-ondes et le traitement thermique par frottement sont généralement inclus dans la catégorie des procédés humides, étant donné que la désinfection se produit par l'action d'une chaleur humide générée par l'énergie des micro-ondes ou du frottement.

Le procédé doit être validé pour assurer une totale décontamination du matériel infectieux. Le procédé de validation consiste en une vérification, certifiée et bien documentée, que le procédé satisfait bien aux exigences pour lesquelles il a été conçu (OMS 2016). Une partie de ce procédé comprend des tests de routine qui utilisent des paramètres de tests biologiques, chimiques et physiques. La décontamination est déterminée par la capacité de la chaleur à pénétrer dans la charge de déchets. Il faut assurer l'inactivation de bactéries végétatives, de champignons, de virus lipophiles/hydrophiles, de parasites et de mycobactéries par une réduction de 6 Log₁₀ (c'est-à-dire la réduction d'une population initiale d'un million d'organismes à près de zéro) ou plus, et l'inactivation des spores de *Geobacillus stearothermophilus* ou de *Bacillus atrophaeus* par une réduction de 4 Log₁₀ ou plus (OMS 2014). La confirmation de l'inactivation des bactéries peut être obtenue par le biais d'indicateurs biologiques autonomes (PNUD 2010). En plus de la validation du procédé, il faudrait utiliser des indicateurs chimiques pour chaque cycle de traitement. Les indicateurs chimiques montrent l'exposition par des changements physiques et/ou chimiques et sont conçus pour réagir à un ou plusieurs paramètres du procédé de décontamination comme la durée d'exposition, la température et la présence d'humidité. Ils démontrent

l'efficacité de la décontamination des déchets de chaque cycle et devraient être documentés.

Le traitement à faible chaleur peut être combiné à des méthodes mécaniques comme le broyage, la fragmentation, le mélange et le compactage pour réduire le volume des déchets, mais ces traitements ne détruisent pas les agents pathogènes. Les broyeurs et les mélangeurs intervenant avant le traitement peuvent améliorer le taux de transfert de chaleur et augmenter la surface active des déchets en vue de leur traitement. Les méthodes mécaniques ne doivent pas être utilisées pour des déchets infectieux et des déchets piquants/coupants/tranchants avant leur décontamination, sauf si le procédé mécanique est intégré dans un système clos qui décontamine la chambre du procédé mécanique et l'air avant son évacuation dans l'environnement alentour. Parmi les avantages des méthodes mécaniques, on peut citer la réduction du volume des déchets, le fait que ces derniers deviennent non reconnaissables et inutilisables. Cependant, elles augmentent les coûts d'investissement, d'exploitation et d'entretien.

Procédés à base de produits chimiques

Les déchets infectieux peuvent aussi être décontaminés au moyen de produits chimiques. Le traitement chimique de déchets infectieux solides peut être problématique en raison de la variabilité de l'efficacité des produits chimiques en fonction des caractéristiques de la charge et de la production de déchets liquides toxiques. La rapidité et l'efficacité de la décontamination chimique dépend des conditions d'exploitation, y compris du type de désinfectant chimique utilisé, de sa concentration, de la durée de mise en contact du désinfectant avec les déchets, de l'ampleur du contact, de la charge organique des déchets, de la température de fonctionnement et de facteurs susceptibles d'influer sur l'efficacité du désinfectant comme l'humidité et le pH. Les systèmes manuels ayant recours à une désinfection chimique ne sont pas considérés comme une méthode fiable pour le traitement des déchets (OMS 2014). Les produits chimiques doivent être neutralisés avant leur évacuation du système. Le trempage des déchets infectieux et des déchets piquants/coupants/tranchants dans des solutions chlorées est de moins en moins utilisé en raison de problèmes de sécurité environnementale et professionnelle (PNUE 2012a). Ce document inclut uniquement les méthodes de désinfection chimique automatisées soucieuses de la sécurité des agents de santé et de l'environnement et qui surveillent en permanence la concentration des produits chimiques.

Incinération des déchets

L'incinération est un processus d'oxydation à sec qui réduit les déchets organiques et combustibles en matières inorganiques et non

combustibles, et entraîne une réduction importante du volume et du poids des déchets. L'incinération de déchets médicaux sans traitement des gaz de combustion libère une grande diversité de polluants dans l'atmosphère, polluants qui sont fonction de la composition des déchets. Ces polluants peuvent inclure des particules comme les cendres volantes, des métaux lourds (arsenic, cadmium, chrome, cuivre, mercure, manganèse, nickel et plomb), des gaz acides (chlorure d'hydrogène, fluorure d'hydrogène, dioxydes de soufre, oxydes d'azote), du monoxyde de carbone et des composés organiques (y compris des dioxines et des furanes, du benzène, du tétrachlorure de carbone, des chlorophénols, du trichloroéthylène, du toluène, des xylènes, du trichlorotrifluoroéthane, des hydrocarbures aromatiques polycycliques, du chlorure de vinyle). Si des déchets médicaux sont incinérés dans des conditions qui ne représentent pas les meilleures techniques disponibles ou les meilleures pratiques environnementales, des dioxines et des furanes peuvent être libérés en concentrations relativement élevées. Les dioxines et les furanes sont bio-accumulables et toxiques.

On peut aussi trouver des agents pathogènes dans les résidus solides et dans les échappements et les particules d'incinérateurs mal conçus et mal exploités. De plus, les cendres résiduelles peuvent être contaminées par des dioxines, des composés organiques lessivables et des métaux lourds, et doivent être traitées comme des déchets dangereux (PNUE 2012a). Pour empêcher les émissions dangereuses et la génération de cendres résiduelles et volantes dangereuses, les déchets dangereux et les déchets piquants/coupants/tranchants doivent être traités et décontaminés au moyen de technologies alternatives autres que l'incinération (PNUE 2003).

Références et informations complémentaires

Batterman (2004). Assessment of small-scale incinerators for healthcare waste. Disponible à l'adresse : (http://www.who.int/immunization_safety/publications/waste_management/en/assessment_SSIs.pdf consulté en juillet 2017)

Stolze, Kühling (2009). Treatment of infectious waste: development and testing of an add-on set for used gravity displaced autoclaves. Waste Management and Research.

PNUD (2010). Guidance on Microbiological Challenge Testing for Medical Waste Autoclaves. (http://www.lvif.gov.lv/uploaded_files/UNDP/Dokumenti/EN_Guidance_on_Microbiological_Challenge_Testing_for_Medical_Waste_Autoclaves.pdf consulté en août 2017)

PNUE (2012a). Compendium of Technologies for Treatment/Destruction of Healthcare Waste. (<https://www.unenvironment.org/resources/report/compendium-technologies-treatmentdestruction-healthcare-waste> consulté en décembre 2016).

PNUE (2012b). Application of the Sustainability Assessment of Technologies Methodology: Guidance Manual. (<https://wedocs.unep.org/rest/bitstreams/17340/retrieve>(<https://wedocs.unep.org/rest/bitstreams/17340/retrieve> consulté en janvier 2016).

PNUE (2007). Directives sur les meilleures techniques disponibles et les meilleures pratiques environnementales en liaison avec l'article 5 et l'annexe C de la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants. (http://chm.pops.int/Portals/0/Repository/batbep_guideline08/UNEP-POPS-BATBEP-GUIDE-08-6.French.PDF consulté en janvier 2017).

PNUE (2004). Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants. (<http://chm.pops.int/TheConvention/Overview/tabid/3351/Default.aspx>(<http://chm.pops.int/TheConvention/Overview/tabid/3351/Default.aspx> consulté en juin 2016).

PNUE (2003). Technical Guidelines on the Environmentally Sound Management of Biomedical and Health care Waste. (<http://archive.basel.int/pub/techguid/tech-biomedical.pdf>(<http://archive.basel.int/pub/techguid/tech-biomedical.pdf> consulté en janvier 2017).

USEPA (1999). Wastewater Technology Fact Sheet: Ozone Disinfection. Document no: EPA 832-F-99-063 (<https://www3.epa.gov/npdes/pubs/ozon.pdf> consulté en août 2017).

WEDC (2002). Emergency Sanitation. Water, Engineering and Development Centre Loughborough University Leicestershire. Loughborough University. (http://wedc.lboro.ac.uk/resources/books/Emergency_Sanitation_-_Complete.pdf consulté en janvier 2017)

OMS (2016). Decontamination and reprocessing of medical devices for health care facilities. (<http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/250232/1/9789241549851-eng.pdf> consulté en mars 2017).

OMS (2014). La gestion sécurisée des déchets médicaux (Déchets d'activités de soins) : résumé. Organisation mondiale de la Santé, Genève. (<https://apps.who.int/iris/handle/10665/272385?locale-attribute=fr> & consulté en janvier 2017).

OMS (2007). WHO core principles for achieving safe and sustainable management of health care waste. Organisation mondiale de la Santé, Genève. (http://www.who.int/water_sanitation_health/medicalwaste/hcwprinciples.pdf consulté en janvier 2017)

OMS (2004). Gestion des déchets d'activité de soins : document d'orientation. Organisation mondiale de la Santé, Genève. (https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/68777/a85191_fre.pdf consulté en février 2017).

OMS (2019). Résolution de l'Assemblée mondiale de la Santé relative à l'eau, l'assainissement et l'hygiène dans les établissements de santé. WHA 72.7. (https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/329292/A72_R7-fr.pdf consulté le 24 juin 2019).

OMS UNICEF (2019). WASH in health care facilities. Global baseline report. Organisation mondiale de la Santé, Genève. (https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/wash-in-health-care-facilities-global-report/en/ consulté le 24 juin 2019).

OMS UNICEF (2019) L'eau, l'assainissement et l'hygiène dans les établissements de santé : mesures pratiques pour instaurer l'accès universel à des soins de qualité. Organisation mondiale de la Santé, Genève. (<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/329521/9789242515510-fre.pdf> consulté le 24 juin 2019).

Informations et ressources complémentaires

De par ses statuts, l'**Association internationale pour la gestion des déchets solides** est une association non gouvernementale, indépendante et à but non lucratif dont la mission est de promouvoir

et développer la gestion des déchets professionnels dans le monde afin de contribuer au développement durable. Le groupe de travail sur les déchets médicaux s'efforce de promouvoir la mise à disposition intégrée d'infrastructures pour la gestion sécurisée des déchets médicaux dans le monde entier, dans le cadre de ses objectifs, activités et moyens de mise en œuvre prévus par l'Agenda 21 de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement : https://www.iswa.org/iswa/iswa-groups/working-groups/working-groups/wg/show_details/working-group-on-healthcare-waste/

Une base de données sur des **technologies alternatives de traitement des déchets autres que l'incinération** et des fabricants est disponible à l'adresse : <http://www.medwastetech.info>.

Des informations détaillées sur les technologies de traitement des déchets, y compris les capacités et les coûts d'investissement, sont disponibles à l'adresse : <https://www.washinhcf.org/resources>.

En outre, le **portail de connaissances de l'OMS UNICEF** sur l'eau, l'assainissement, et l'hygiène dans les établissements de santé (www.washinhcf.org) fournit des informations supplémentaires sur les approches et les outils pour améliorer la gestion sécurisée des déchets médicaux.

Contact :

Unité Eau, assainissement, hygiène et santé
Département Santé publique, déterminants sociaux et
environnementaux de la santé (PHE)
Organisation mondiale de la Santé
20 Avenue Appia
1211-Genève 27
Suisse
http://www.who.int/water_sanitation_health/fr/

ISBN 978 92 4 000160 2

