

GUIDE TECHNIQUE

ACCOMPAGNER
le traitement
des déchets de **plantes**
exotiques envahissantes
issus d'interventions
de gestion



En collaboration avec

ACCOMPAGNER LE TRAITEMENT DES DÉCHETS DE PLANTES EXOTIQUES ENVAHISANTES ISSUS D'INTERVENTIONS DE GESTION

GUIDE TECHNIQUE

Ouvrage publié par le Centre de ressources Espèces exotiques envahissantes (Comité français de l'Union internationale pour la conservation de la nature et Office français de la biodiversité), en collaboration avec Suez Recyclage et Valorisation France.

Rédaction et mise en œuvre : Madeleine Freudenreich (Comité français de l'IUCN) et Valentin Condal (Suez Recyclage et Valorisation France)

Sous la coordination de : Emmanuelle Sarat (Comité français de l'IUCN)

Comité de relecture : Arnaud Albert (Office français de la biodiversité), Patrick Barrière (CEN Nouvelle-Calédonie), Mireille Boyer (Aquabio), Aurélien Caillon (CBN Sud-Atlantique), Cyril Cottaz (CBN Méditerranéen de Porquerolles), Jérôme Dao (CBN Pyrénées et Midi-Pyrénées), Benoit Delangue (CBN de Bailleul), François Delaquaize (Ministère de la transition écologique), Alain Dutartre (expert indépendant), Marie Duval (CBN de Lorraine), Elise Graux (DGTM Guyane) Laure-Line Lafille (CEN Nouvelle-Calédonie), Christophe Lavergne (CBN de Mascarin), Thomas Le Bourgeois (CIRAD), Camille Msika (CEN Centre Val-de-Loire), Micheline Paimba (DGTM de Guyane), Claire Rameaux (Conseil départemental de Savoie), Jean-Philippe Reygrobelle (EPTB des Gardons), Vincent Rivière (Agir écologique), Amandine Ribreau (ARB Nouvelle Aquitaine), Adelyne Rolland (Syndicat d'initiative du Bassin d'Arcachon), Pascal Sauze (DREAL d'Auvergne-Rhône-Alpes), Charline Teffaut (CEN Centre-Val-de-Loire), Karine Thomassin (CEN Normandie), Sylvie Varay (Fédération des CEN), Marc Vuillemenot (CBN de Franche-Comté).

Contributions et remerciements : Cécile Bastin (Yves Rocher), Amélie Bodin (CPIE des Pays creusois), Charlotte Bouin (CEN Normandie), Jean-Pierre Breton (SUEZ Recyclage et Valorisation France), Julien Chalifour (RNN de Saint-Martin), Claude Grison (CNRS), Miguel Lamalfa-Diaz (DEAL de Mayotte), Yves Le Roux (SPIGEST), Chloé Mahe (Ademe), Camille Msika (CEN Centre-Val-de-Loire), Christophe Pineau (Cerema), Nicolas Pipet (IIBSN), Etienne Prolhac (Parc national de la Réunion), Vanille Quinty (Université Savoie Mont Blanc), Matthieu Quiriet (AVE2M La Réunion), Lucie de Seze (Yves Rocher), Clara Singh (Comité français de l'IUCN), Yohann Soubeiran (Comité français de l'IUCN), Mitra Tehranchi (Noremat).

Citation : IUCN Comité français, Suez Recyclage et Valorisation France. (2022). Accompagner le traitement des déchets de plantes exotiques envahissantes issus d'interventions de gestion. Guide technique. Centre de ressources Espèces exotiques envahissantes. IUCN Comité français & Office français de la biodiversité. 136 pages.

Illustrations de couverture : Arrachage du Myriophylle du Brésil (*Myriophyllum aquaticum*) © CEN Normandie ; Jacinthe d'eau (*Pontederia crassipes*) © C. Delnatte ; Séneçon en arbre (*Baccharis halimifolia*) © A. Dutartre ; Jacinthe et Fougère d'eau sur la rivière Koné © CEN Nouvelle-Calédonie.

Dépôt légal : Mars 2022 - ISBN : 978-2-918105-99-2

Création et conception : Caroline Rampon – caroline.rampon@laptitefabrikdecom.fr
www.laptitefabrikdecom.fr

SOMMAIRE

INTRODUCTION

p.4

RÈGLEMENTATION RELATIVE AU TRAITEMENT DES DÉCHETS DE PLANTES EXOTIQUES ENVAHISANTES

p.11

PRINCIPALES MÉTHODES DE TRAITEMENT DES DÉCHETS DE PLANTES EXOTIQUES ENVAHISANTES ISSUS D'INTERVENTION DE GESTION

p. 31

PRÉCONISATIONS PAR GRANDS TYPES D'ESPÈCES

p. 103

ANNEXES

p. 130

CADRE ET DÉFINITIONS LÉGISLATIVES p. 12
OBLIGATIONS RÈGLEMENTAIRES p. 15
CAS DES TERRES DITES “CONTAMINÉES”
PAR LES EEE p. 21
DISPOSITIONS PARTICULIÈRES
DANS LES TERRITOIRES FRANÇAIS
D'OUTRE-MER p. 22

LA PRÉVENTION AVANT TOUT p. 32
TRANSPORT ET ACHEMINEMENT
VERS LES SITES DE TRAITEMENT p. 34
LA GESTION DES TERRES
DITES “CONTAMINÉES” p. 92
MÉTHODES ALTERNATIVES
DE TRAITEMENT p. 99

MODALITÉS DE TRAITEMENT POUR LES
PLANTES AQUATIQUES D'EAU DOUCE p. 105
MODALITÉS DE TRAITEMENT
POUR LES PLANTES TERRESTRES p. 109
SYNTHÈSE p. 111
TABLEAU RÉCAPITULATIF PAR ESPÈCE p. 112

BIBLIOGRAPHIE p. 131
GLOSSAIRE p. 134

INTRODUCTION

Des invasions biologiques aux conséquences multiples

p. 5

Des politiques européennes et nationales

p. 5

Une gestion grandissante de la flore exotique envahissante

p. 6

Que faire des déchets végétaux produits ?

p. 7

Objectifs et portée du guide

p. 9

Ce chapitre a été rédigé par :
Emmanuelle Sarat, Comité français de l'IUCN

Avec les contributions de :

Arnaud Albert (Office français de la biodiversité),
Patrick Barrière (CEN Nouvelle-Calédonie), Mireille
Boyer (Aquabio), Valentin Condal (SUEZ Recyclage
et Valorisation France), Jérôme Dao (CBN Pyrénées
et Midi-Pyrénées), François Delaquaize (Ministère
de la transition écologique), Alain Dutartre (expert
indépendant), Madeleine Freudenreich (Comité français
de l'IUCN), Laure-Line Lafille (CEN Nouvelle-Calédonie),
Claire Rameau (Département de la Savoie), Sylvie
Varray (Fédération des CEN).

DES INVASIONS BIOLOGIQUES AUX CONSÉQUENCES MULTIPLES

Les espèces exotiques envahissantes (EEE) constituent l'une des principales pressions sur la biodiversité à l'échelle mondiale, au même titre que la destruction et la fragmentation des habitats naturels, la surexploitation des ressources, les pollutions ou le changement climatique.

Les espèces introduites, lorsqu'elles se révèlent envahissantes, provoquent des impacts multiples, directs ou indirects, affectant les espèces indigènes, les habitats naturels et les services rendus par les écosystèmes, mais également les activités économiques et la santé humaine.

Partout dans le monde, à des échelles géographiques et des intensités très variables, les EEE provoquent des altérations du fonctionnement des écosystèmes et causent la régression d'espèces indigènes. Selon les dernières estimations de la Liste rouge mondiale des espèces menacées de l'IUCN, elles constituent une menace pour près d'un tiers des espèces terrestres menacées de disparition et sont impliquées dans la moitié des extinctions connues (IUCN, 2021).

Sur le plan économique, les conséquences négatives des invasions biologiques sont très importantes et ont été estimées à près de 1 600 milliards d'euros sur 40 ans à l'échelle mondiale (Diagne *et al.*, 2021).

ESPÈCE EXOTIQUE ENVAHISANTE (OU ESPÈCE INVASIVE)

Espèce introduite par l'homme en dehors de son aire de répartition naturelle, volontairement ou accidentellement, dont l'implantation et la propagation menacent les écosystèmes, avec des conséquences écologiques, économiques ou sanitaires négatives.

Les impacts qui génèrent des coûts économiques pour divers acteurs ou la société d'une manière générale sont multiples : dépréciation des rendements agricoles, coûts sanitaires, coûts de régulation des invasions de ces espèces sur le terrain, coûts de restauration des milieux naturels colonisés et, de manière plus difficilement quantifiable, l'altération des services rendus par les écosystèmes.

Sur le plan sanitaire, de nombreuses espèces introduites constituent de plus une menace pour la faune et la flore sauvages, les animaux domestiques, les plantes cultivées ou pour la santé humaine. Elles peuvent être allergènes, pathogènes ou toxiques, ou encore constituer des réservoirs ou des vecteurs de micro-organismes et virus pathogènes.

DES POLITIQUES EUROPÉENNES ET NATIONALES

Pour faire face à cette problématique, plusieurs politiques européennes et nationales ont vu le jour. Faisant suite aux lignes directrices sur la prévention et la gestion des EEE produites par de nombreuses conventions internationales, l'Union européenne s'est dotée en 2014 d'un règlement relatif à la prévention et à la gestion de l'introduction et de la propagation des EEE ([n°1143/2014 du 22 octobre 2014](#)). Il impose, pour une liste d'espèces régulièrement mise à jour¹, une série d'interdictions

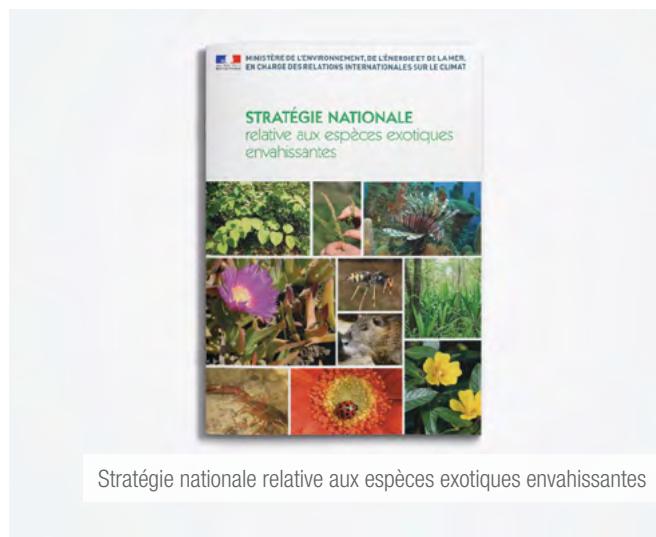
(importation, libération dans l'environnement, transport, détention, production, commercialisation) et, plus généralement, la mise en place d'un système de surveillance, d'actions de prévention des introductions d'espèces (contrôles aux points d'entrée communautaires), la détection précoce et l'éradication rapide de celles en début d'installation et enfin, la régulation des espèces largement répandues sur le territoire de chaque État membre.

¹ Liste des EEE préoccupantes pour l'Union européenne et textes réglementaires associés disponibles sur le site internet du Centre de ressources EEE (dernière mise à jour 25 juillet 2019) : http://especes-exotiques-envahissantes.fr/wp-content/uploads/2020/05/200505_liste_rue_eee.pdf

Pour accompagner la mise en œuvre de ce règlement européen, le Ministère en charge de l'écologie a publié en 2017 une stratégie nationale relative aux EEE (Muller (coord.), 2017). Organisée en cinq axes thématiques et douze objectifs, cette stratégie identifie 38 actions concernant la prévention, l'établissement d'un système national de surveillance, la maîtrise des espèces déjà établies, la restauration écologique, la réglementation, le développement des connaissances, la formation et la sensibilisation de toutes les parties prenantes.

À l'échelle des territoires, aussi bien en métropole qu'en outre-mer, diverses stratégies ont déjà été établies depuis plusieurs années ou sont en cours d'élaboration pour répondre localement à des enjeux et à des besoins en matière d'organisation, de coordination, de définition d'actions prioritaires. Elles sont le fruit des travaux de nombreux comités territoriaux réunissant associations,

gestionnaires d'espaces, chercheurs, établissements publics, services de l'État et collectivités (IUCN Comité français, 2015).



UNE GESTION GRANDISSANTE DE LA FLORE EXOTIQUE ENVAHISANTE

En France, de nombreuses interventions de régulation d'EEE sont réalisées en métropole comme dans les outre-mer, depuis plusieurs décennies par une large gamme de gestionnaires d'espaces : collectivités territoriales, services de l'état et établissements publics, associations de protection de la nature, associations d'usagers, entreprises privées, etc.

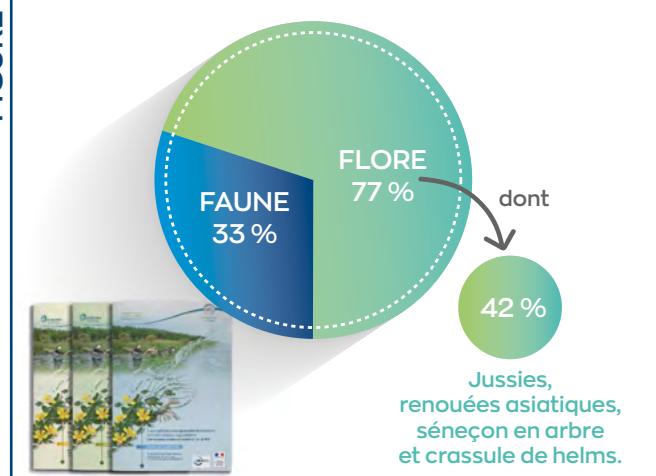
Appliquées sur l'ensemble du territoire français, elles concernent les milieux terrestres et aquatiques, et la plupart des communautés de faune et de flore.

Actuellement, aucune synthèse exhaustive de ces interventions de gestion n'est disponible à l'échelle du territoire français. Bien que ne représentant qu'un faible échantillon de l'ensemble des actions de gestion effectivement réalisées, le recueil d'expériences de gestion réalisé depuis 2013 par le Centre de ressources Espèces exotiques envahissantes (voir encadré, p. 10) permet de dégager quelques tendances quant à la représentativité des EEE gérées, des techniques utilisées et des territoires les plus sensibilisés et engagés dans cette démarche. En 2021, le Centre de ressources mettait ainsi à disposition 111 retours d'expériences de gestion, dont 37 sur la faune et 74 sur la flore (Figure 1).

Concernant la flore, les jussies (*Ludwigia grandiflora* et *L. peploides*), les renouées asiatiques (*Reynoutria* sp.), le Séneçon en arbre (*Baccharis halimifolia*) et la Crassule de Helms (*Crassula helmsii*) représentaient 42 % des retours d'expérience collectés pour 30 espèces végétales (Singh *et al.*, in press). Cette compilation ne représente qu'une très

Répartition des retours d'expérience collectés par le Centre de ressources EEE de 2013 à 2021

FIGURE 1



faible part des actions de gestion menées sur tout le territoire français, dont les informations ne sont pas systématiquement collectées et qui restent de ce fait très insuffisamment exploitées.

En lien avec l'intensification des flux de biens et de personnes à l'échelle planétaire, les introductions d'espèces exotiques sont en accroissement permanent. La gestion de la propagation et des impacts de certaines EEE aujourd'hui largement répandues comme les jussies, les renouées asiatiques, ou encore la Jacinthe d'eau (*Pontederia crassipes*) mobilisent des acteurs de plus en plus nombreux, impliquant d'importantes interventions parfois mécanisées, devant souvent être répétées sur plusieurs années, sur des superficies plus vastes et générant des volumes grandissants de matière organique à extraire des sites.



QUE FAIRE DES DÉCHETS VÉGÉTAUX PRODUITS ?

Cette biomasse extraite (aérienne et souterraine) représente une contrainte systématique pour les gestionnaires ou les aménageurs d'espaces, responsables de ces déchets et de leur devenir. Longtemps négligée, la gestion antérieure des déchets de plantes exotiques envahissantes consistait généralement en des dépôts sur des sites à proximité du lieu de gestion, à de l'incinération ou dans de rares cas à de l'épandage direct sur des parcelles agricoles (Dutartre et Fare, 2002). Depuis quelques années, l'accroissement des quantités de plantes extraites et l'évolution notable de la réglementation en matière de valorisation des déchets verts (voir le chapitre « Réglementation », p. 11) ont fait apparaître la nécessité d'une réflexion globale sur ce sujet et d'une évolution des pratiques.

Le devenir et le traitement approprié de ces déchets doivent donc être anticipés et faire intégralement partie de l'action de gestion à mettre en place. En effet, même extraites du milieu où elles étaient installées, la plupart des plantes exotiques envahissantes peuvent conserver tout ou partie de leurs aptitudes à se régénérer et à se disperser, que ce soit par les graines ou par bouturage de fragments (tiges, rhizomes, etc.). Dès lors, il est indispensable de prendre en compte les risques inhérents à la manipulation, au transport, au stockage temporaire

et au processus de valorisation (compostable, méthanisation, combustible, etc.) ou d'élimination (incinération, enfouissement, etc.) des déchets issus d'opérations de gestion de plantes exotiques envahissantes. La valorisation agronomique de cette matière, qui aboutit à la production de biens marchands (compost, biogaz), comporte également des risques qu'il convient de ne pas négliger (voir encadré suivant).



ENJEUX ET RISQUES DE LA VALORISATION DES DÉCHETS DE PLANTES EXOTIQUES ENVAHISSENTES

Conformément à la réglementation en vigueur, les déchets de plantes exotiques envahissantes issus d'interventions de gestion constituent un biodéchet devant être valorisé de manière à limiter les émissions de gaz à effet de serre et en favorisant le retour au sol de ces matières organiques. Les principales voies de valorisation envisageables et décrites dans cet ouvrage peuvent ainsi permettre la production de compost, de biogaz, ou encore de chaleur pour la production d'électricité. Dans ces différents cas de figure, la logique de déchet évolue alors vers une logique de valorisation des ressources : à partir d'un traitement destiné à faire disparaître un déchet, ces filières développent un bien marchand.

Même si la valorisation des déchets de plantes exotiques envahissantes comporte des risques plus faibles que ceux engendrés par l'exploitation commerciale d'EEE directement prélevées dans le milieu naturel, il convient de conserver différents points de vigilance. Tout d'abord, la valorisation agronomique et thermique exige une certaine qualité de produits pouvant influencer le lieu et la technique de gestion : par exemple, la présence en excès de sédiments ou de terres mélangés aux plantes traitées mécaniquement limitera l'efficacité, voire l'applicabilité de la méthanisation ou du compostage. Par ailleurs, les plantes exotiques envahissantes issues d'opérations de gestion constituent un gisement saisonnier, non pérenne, et quelques fois peu volumétrique par rapport à d'autres sources de biomasse. Les centres de traitement ne peuvent donc pas compter de manière régulière sur un tel gisement. Pour les opérateurs de traitement dont la logique de produit prendrait le pas sur la logique de déchet, prendre le risque de réduire les performances de leur installation avec des plantes exotiques envahissantes n'est, de ce fait, pas toujours envisageable, sauf à s'assurer d'un apport suffisant et régulier en matière première de cette nature.

Un objectif de valorisation aboutissant à la production de produits commercialisables issus de plantes exotiques envahissantes et induisant ainsi une nécessité de régularisation et de pérennisation d'apports de ces plantes, peut alors présenter des risques similaires à ceux de l'exploitation commerciale des EEE. Il convient alors d'identifier les risques inhérents à l'orientation de cette démarche de valorisation, comme le maintien volontaire des populations de certaines plantes exotiques envahissantes dans les sites colonisés, voire la dissémination volontaire lorsqu'elles deviennent un enjeu commercial.

Par ailleurs, le Comité français de l'IUCN et l'Agence française pour la biodiversité (devenue Office français de la biodiversité en 2020) ont identifié et proposé des points de vigilance sur les enjeux et les risques de la valorisation socio-économique des EEE établies dans les milieux naturels. Ce cadre de réflexion a pour objectif d'accompagner toute structure qui serait amenée à émettre un avis sur des projets de valorisation socio-économique des EEE.

Le document issu de ces travaux est accessible sur le site internet du Centre de ressources EEE :

UICN Comité français (2018). La valorisation socio-économique des espèces exotiques envahissantes établies en milieux naturels : un moyen de régulation adapté ? Première analyse et identification de points de vigilance. France. 84 pages.



Différentes méthodes de traitement de ces déchets prenant en compte ces risques ont déjà été expérimentées (compostage, méthanisation, épandage, etc.) mais leurs résultats ont encore rarement fait l'objet de publications et il n'existe pas de synthèses argumentées à destination des gestionnaires, des collectivités et des aménageurs sur le sujet. Depuis quelques années, l'évolution de la réglementation relative à la gestion de ces déchets et à leur valorisation agronomique incite les gestionnaires à transporter ces déchets vers des sites

de valorisation et de traitement, qui ne les acceptent pas systématiquement, souvent par méconnaissance de la problématique et des techniques de traitement appropriées. Des besoins complémentaires de connaissances, d'informations réglementaires et d'apports techniques sur la gestion des déchets de plantes exotiques envahissantes sont ainsi régulièrement exprimés par l'ensemble des parties prenantes (gestionnaires, collectivités, structures privées en charge des sites de traitement, entreprises du paysage, particuliers, etc.).

OBJECTIFS ET PORTÉE DU GUIDE

Dans ce contexte, le Centre de ressources sur les EEE (co-piloté par l'UICN France et l'OFB) en collaboration avec Suez Recyclage et Valorisation, en lien avec le Ministère de la transition écologique, le réseau des conservatoires botaniques nationaux et la Fédération des conservatoires d'espaces naturels, a rédigé ce guide technique sur le traitement des déchets de plantes exotiques envahissantes. Sa réalisation apporte une contribution à l'atteinte de l'[objectif 8.4 de la Stratégie nationale relative aux EEE](#) : « Optimiser l'élimination et la valorisation des déchets animaux et végétaux issus des opérations de régulation des populations ».

S'adressant principalement à un public technique en charge de la réalisation d'interventions de gestion d'EEE (gestionnaires d'espaces naturels, aménageurs, bureaux d'études, établissements publics, collectivités, etc.), aux gestionnaires de déchetteries et d'installations de traitement des déchets (entreprises privées et collectivités), aux entreprises du paysage, de travaux publics, etc., il vise à améliorer le traitement des déchets de plantes exotiques envahissantes issus d'interventions de gestion en métropole et en outre-mer.

Il rappelle la réglementation en vigueur et les obligations de valorisation de ces déchets et présente, sous la forme de fiches pratiques, les modes de traitement

possibles en fonction des espèces végétales concernées, leurs avantages, leurs limites, les expérimentations réalisées et les préconisations de biosécurité applicables lors des différentes étapes pour limiter les risques de dispersion de ces espèces.

Un tableau récapitulatif présentant les modalités de traitement par espèce ou groupe d'espèces est proposé dans la dernière partie de l'ouvrage. Il est accompagné d'une version en ligne² mise à jour en fonction des nouvelles informations disponibles.

Lorsque cela était possible, des retours d'expérience de gestion des déchets de plantes exotiques envahissantes ont été rédigés dans le cadre de ce guide, permettant de détailler plus amplement la méthode et le résultat des traitements appliqués. Ils sont accessibles sur le site internet du Centre de ressources EEE.

² Voir : http://especes-exotiques-envahissantes.fr/guide-technique_dechets_pee_tableau/



LE CENTRE DE RESSOURCES ESPÈCES EXOTIQUES ENVAHISSENTES

Pour accompagner l'ensemble des acteurs concernés par la gestion des invasions biologiques, le Comité français de l'IUCN et l'Office français de la biodiversité ont déployé depuis 2018 un Centre de ressources sur les EEE. Il cible toutes les espèces de faune et de flore des écosystèmes marins, dulçaquicoles et terrestres. Le Centre de ressources couvre la métropole et l'ensemble des collectivités françaises d'outre-mer et s'adresse à tous les acteurs concernés par le sujet, en ciblant prioritairement les acteurs professionnels et les gestionnaires de la biodiversité.

Ce dispositif fournit un appui pratique et contribue à renforcer l'efficacité des actions sur les EEE. Parmi ses activités, il assure l'élaboration de méthodes, le développement de formations, la capitalisation des connaissances et la diffusion de savoir-faire et de bonnes pratiques à destination de tous les acteurs concernés : gestionnaires d'espaces naturels, associations, chercheurs, collectivités, entreprises, établissements publics et services de l'État notamment.

Afin d'orienter ses actions, d'identifier les besoins en termes de diffusion des connaissances, de développement d'outils et de formation, le Centre de ressources sur les EEE mobilise un comité d'orientation et un **réseau d'expertise scientifique et technique (REST EEE)**. Pour l'outre-mer, particulièrement concerné par ces enjeux, le Centre de ressources repose sur le réseau EEE en outre-mer, piloté par le Comité français de l'IUCN (voir encadré ci-contre).

Le site internet du Centre de ressources EEE (www.especes-exotiques-envahissantes.fr) constitue une boîte à outils multifonctionnelle proposant un soutien méthodologique à l'ensemble des acteurs concernés par les EEE. Il assure la diffusion et la mise à disposition d'informations générales sur les EEE, d'actualités, de retours d'expériences de gestion, de documents techniques, méthodologiques et réglementaires et rassemble des informations sur la gestion de plus de 450 espèces végétales et animales introduites en France.



Les échanges au sein du REST EEE et du Réseau EEE outre-mer permettent de valoriser l'expertise détenue par les acteurs de terrain et d'améliorer la collecte d'informations sur la gestion des EEE. © E. Sarat



LE RÉSEAU EEE OUTRE-MER

Les collectivités françaises d'outre-mer, réparties dans les trois grands bassins océaniques et sous différentes latitudes, se caractérisent par une biodiversité exceptionnelle. Le plus souvent insulaires, leur évolution éloignée des continents a permis l'émergence d'un fort taux d'endémisme et par conséquent d'une forte vulnérabilité face aux invasions biologiques. L'ampleur de ces menaces a conduit le Comité français de l'IUCN à lancer en 2005 une initiative afin de mobiliser l'ensemble des outre-mer sur cette problématique. Forte de ses 15 années d'expérience, l'Initiative outre-mer est devenue en 2020 le Réseau espèces exotiques envahissantes outre-mer, partenaire évident des activités du CDR EEE pour les enjeux ultramarins. Afin d'aider les acteurs sur ces territoires, le Réseau EEE outre-mer constitue :

- un outil d'appui pour renforcer les connaissances et accroître la sensibilisation face aux invasions biologiques ;
- un outil d'expertise pour améliorer l'anticipation, la prévention et l'efficacité des réponses à ces phénomènes ;
- un outil de collaboration sur les invasions biologiques à l'échelle des outre-mer et dans chaque région.

Il s'appuie sur son propre réseau d'experts et de personnes ressources regroupant près d'une centaine de membres. Sa complémentarité géographique avec le REST EEE permet à ces deux réseaux de couvrir l'ensemble du territoire français sur la planète et de mobiliser une expertise complète pour répondre aux objectifs très convergents du Réseau EEE outre-mer et du Centre de ressources EEE.

Pour en savoir plus :

<https://especes-envahissantes-outremer.fr/>



RÈGLEMENTATION RELATIVE AU TRAITEMENT DES DÉCHETS DE PLANTES EXOTIQUES ENVAHISANTES

Cadre et définitions législatives

p. 12

Obligations réglementaires

p. 15

Cas des terres dites “contaminées” par les EEE

p. 21

Dispositions particulières dans les territoires français d'outre-mer

p. 22

La liste de textes proposée dans ce chapitre n'a pas la vocation d'être exhaustive, mais propose un panorama des principaux éléments de règlementation concernant le traitement des déchets verts à l'échelle nationale.

L'état de la réglementation présentée dans ce chapitre constitue un aperçu des textes existants à la date de la rédaction de cet ouvrage (septembre 2021).

Ce chapitre a été rédigé par :

Madeleine Freudenreich, Comité français de l'IUCN
Emmanuelle Sarat, Comité français de l'IUCN
Valentin Condal, SUEZ Recyclage et Valorisation France
Jean-Pierre Breton, SUEZ Recyclage et Valorisation France

Avec les contributions de :

Arnaud Albert (Office français de la biodiversité), Patrick Barrière (CEN Nouvelle-Calédonie), Aurélien Caillon (CBN Sud-Atlantique), Benoit Delangue (CBN de Bailleul), Elise Graux (DGTM de Guyane), Laure-Line Lafille (CEN Nouvelle-Calédonie), Miguel Lamalfa-Diaz (DEAL de Mayotte), Camille Msika (CEN Centre-Val-de-Loire), Jean-Philippe Reygrobillet (ETPB Gardons), Adelyne Rolland (Syndicat Initiative Bassin Arcachon), Yohann Soubeyran (Comité français de l'IUCN) et Charlène Teffaut (CEN Centre-Val-de-Loire).

CADRE ET DÉFINITIONS LÉGISLATIVES

LA GESTION DES DÉCHETS EN FRANCE

En France, la gestion des déchets est une activité encadrée. La législation prévoit un certain nombre de précautions à mettre en œuvre pour en assurer une bonne gestion, qui prennent en compte la protection de l'environnement et de la santé humaine. Le fondement juridique en matière de réglementation des déchets est établi dans le Livre V titre IV du Code de l'environnement (CE).

Le traitement des déchets de plantes exotiques envahissantes extraits lors d'opérations de gestion représente une contrainte et un coût systématique pour les gestionnaires d'espaces. Leur gestion doit se faire selon le cadre réglementaire en vigueur, en limitant les risques pour l'environnement et en évitant tout risque de dissémination.

Pour mieux comprendre en quoi consiste la « [gestion des déchets](#) », il convient de se référer à la définition ([article L.541-1-1 CE](#)) ci-contre.

En substance, elle couvre toutes les étapes par lesquelles passe le déchet : de sa génération à son traitement final.

Les déchets doivent ensuite entrer dans une des filières de traitement des déchets existantes – **valorisation** ou **élimination** – prévues par les textes réglementaires français relatifs à la gestion des déchets.

La notion de valorisation reçoit une définition relativement large, avec pour seule exigence la fin utile de ces déchets : c'est-à-dire qu'ils puissent être réemployés, en se substituant à l'usage de nouveaux matériaux qui auraient pu être utilisés pour remplir cette fonction à leur place (ce qui permet de préserver les ressources naturelles). S'il n'y a aucun moyen de réutiliser le déchet de quelque façon utile que ce soit, le déchet est alors dit **ultime** et devra être éliminé.

GESTION DES DÉCHETS

(d'après l'Art. L.541-1-1 CE)

Le tri à la source, la collecte, le transport, la valorisation, y compris le tri, et, l'élimination des déchets et, plus largement, toute activité participant de l'organisation de la prise en charge des déchets depuis leur production jusqu'à leur traitement final, y compris la surveillance des installations de stockage de déchets après leur fermeture, conformément aux dispositions relatives aux installations classées pour la protection de l'environnement, ainsi que les activités de négoce ou de courtage et la supervision de l'ensemble de ces opérations.

[Lire l'article ▶](#)

VALORISATION

(d'après l'Art. L.541-1-1 CE)

Toute opération dont le résultat principal est que des déchets servent à des fins utiles en substitution à d'autres substances, matières ou produits qui auraient été utilisés à une fin particulière, ou que des déchets soient préparés pour être utilisés à cette fin, y compris par le producteur de déchets.

[Lire l'article ▶](#)

ÉLIMINATION

(d'après l'Art. L.541-1-1 CE)

Toute opération qui n'est pas de la valorisation même lorsque ladite opération a comme conséquence secondaire la récupération de substances, matières ou produits ou d'énergie.

[Lire l'article ▶](#)

DÉCHET ULTIME

(d'après l'Art. L.541-1-1 CE)

Déchet qui n'est plus susceptible d'être réutilisé ou valorisé dans les conditions techniques et économiques du moment, notamment par extraction de la part valorisable ou par réduction de son caractère polluant ou dangereux

[Lire l'article ▶](#)

LES RÉSIDUS DE GESTION DES PLANTES EXOTIQUES ENVAHISANTES : DES DÉCHETS PARTICULIERS

Dans ce contexte, un des premiers besoins exprimés par les acteurs concernés par cette problématique était de connaître dans quelle catégorie de déchets les plantes exotiques envahissantes pouvaient entrer, pour savoir à quelle réglementation se référer. La réglementation relative aux **déchets** propose ainsi plusieurs définitions dispersées dans divers textes qu'il convient de détailler.

De manière générale, les résidus issus de produits d'origine végétale ou animale pouvant être dégradés par les micro-organismes sont considérés comme des **déchets organiques** ou **déchets fermentescibles** par l'Agence de la transition écologique (Ademe).

Plus précisément, les résidus issus de l'enlèvement de plantes exotiques envahissantes correspondent à des déchets biodégradables de jardin ou de parc et rentrent dans la catégorie des **biodéchets** tels que définis par la Directive-cadre « déchets » européenne ([Directive 2008/98/CE](#)) et reprise dans le Code de l'environnement.

Parmi les biodéchets de jardins et de parcs sont compris les **déchets verts** dont la définition s'applique aux résidus issus de la gestion des plantes exotiques envahissantes.

Ce sont des déchets végétaux issus de l'exploitation, de l'entretien ou de la création de jardins ou d'espaces verts publics et privés ainsi que les déchets organiques des activités horticoles professionnelles ou municipales. Ce sont les tontes de gazon, les élagages, les feuilles mortes, les tailles de massifs ou d'arbres, etc. S'ils sont produits par des ménages ou par les collectivités territoriales, ces derniers peuvent relever de la catégorie des **déchets ménagers et assimilés**, comme l'indique la [Circulaire du 18 novembre 2011](#).

La [note technique du Ministère de la transition écologique du 2 novembre 2018](#) relative à la mise en œuvre des opérations de lutte contre les EEE, conformément à l'[article L.411-8 CE](#), précise également que les « **plantes invasives constituent un déchet vert** ».

En vertu des règles de classification définies par la [décision 2000/532/CE de la Commission du 3 mai 2000](#) appelée par l'article R. 541-7 CE, le principal code déchet associé aux déchets verts, quelle que soit l'origine, est : « **20 02 01 déchets biodégradables** » (Figure 2).

Cependant, lorsque ces déchets sont issus des activités professionnelles de l'agriculture ou de l'horticulture, ils peuvent aussi, éventuellement, être codifiés « **02 01 03 déchets de tissus végétaux** ». La liste unique des déchets figure à l'annexe de la décision [2000/532/CE](#).

DÉCHET

(d'après l'Art. L.541-1-1 CE)

Toute substance ou tout objet, ou plus généralement tout bien meuble, dont le détenteur se défaît ou dont il a l'intention ou l'obligation de se défaire.

[Lire l'article ▶](#)

BIODÉCHETS

(d'après l'Art. L.541-1-1 CE)

Les déchets non dangereux biodégradables de jardin ou de parc, les déchets alimentaires ou de cuisine provenant des ménages, des bureaux, des restaurants, du commerce de gros, des cantines, des traiteurs ou des magasins de vente au détail, ainsi que les déchets comparables provenant des usines de transformation de denrées alimentaires.

[Lire l'article ▶](#)

DÉCHETS VERTS

(d'après la Circulaire du 18 novembre 2011 relative à l'interdiction du brûlage à l'air libre des déchets verts)

Éléments issus de la tonte de pelouse, de la taille de haies et d'arbustes, d'élagage, de débroussaillage et autres pratiques similaires.

Ils constituent des déchets quel qu'en soit le mode d'élimination ou de valorisation.

[Lire l'article ▶](#)

Catégorisation des déchets de plantes exotiques envahissantes
selon les différents textes réglementaires en vigueur

FIGURE 2

TYPOLOGIE ET DÉFINITION



ORIGINE ET CLASSIFICATION



LES EEE SONT-ELLES UN “DÉCHET DANGEREUX” ?

Par définition, les biodéchets rentrent dans la catégorie des déchets non dangereux. Les déchets dangereux sont quant à eux, définis à l'[article R. 541-8 du Code de l'environnement](#) :

« Déchet dangereux : tout déchet qui présente une ou plusieurs des propriétés de danger énumérées à l'annexe III de la Directive 2008/98/CE du Parlement européen et du Conseil du 19 novembre 2008 relative aux déchets et abrogeant certaines directives. Ils sont signalés par un astérisque dans la liste des déchets mentionnée à l'article R. 541-7. »

Un déchet va être considéré comme dangereux s'il présente un caractère explosif, infectieux, inflammable, cancérogène ou encore toxique.

Ainsi, les EEE ne sont pas considérées à ce jour comme présentant un caractère dangereux. Ce qui peut faire d'un déchet d'EEE un déchet dangereux réside dans les matériaux qui l'accompagnent. Un déchet de partie aérienne ne sera jamais considéré comme dangereux, en revanche des terres accompagnant des rhizomes pourront être considérés comme des déchets dangereux par exemple, les terres excavées contenant des rhizomes de Renouée du Japon.

Toutefois, ce n'est pas parce qu'au sens réglementaire, les EEE ne sont pas considérées comme dangereuses, qu'il faut les traiter comme de simples déchets verts. Pour la plupart, ces espèces représentent des risques majeurs de dissémination inhérents à leur manipulation, leur transport, leur stockage temporaire et leur traitement, c'est pourquoi une vigilance accrue est nécessaire à chacune de ces étapes.

OBLIGATIONS RÈGLEMENTAIRES

LES OBLIGATIONS DE GESTION DES PLANTES EXOTIQUES ENVAHISSANTES

RAPPEL DE LA RÈGLEMENTATION RELATIVE AUX ESPÈCES EXOTIQUES ENVAHISSANTES

Faisant suite aux lignes directrices sur la prévention et la gestion des EEE produites par de nombreuses conventions internationales, l'Union européenne s'est dotée en 2014 d'un [règlement relatif à la prévention et à la gestion de l'introduction et de la propagation des EEE](#) (Règlement 1143/2014 (UE) du 22 octobre 2014). Ce règlement comporte une liste des EEE préoccupantes pour l'Union européenne (66 espèces végétales et animales en date du 20/11/2020) dont l'importation, la vente, l'achat, l'utilisation et l'introduction dans l'environnement sont interdits, et pour lesquelles des mesures de gestion sont également obligatoires pour les États membres. Ce règlement entraîne des responsabilités pour la France et l'oblige à s'organiser et à rendre compte des actions engagées.

En réponse à ce règlement, la [loi n°2016-1087 du 8 août 2016](#) pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages a créé trois sous-sections au niveau du Code de l'environnement sur la thématique du contrôle et de la gestion de l'introduction et de la propagation de certaines espèces animales et végétales, dont une relative aux opérations de « lutte » contre les EEE. Les [articles L.411-5 à L.411-10 du CE](#) définissent ainsi les espèces concernées par cette réglementation et les opérations de lutte sur le terrain.

La France dispose ainsi depuis 2018 d'arrêtés ministériels listant les EEE de faune ([NOR : TREL1705136A](#)) et de flore ([NOR : TREL1704132A](#)) reprenant les interdictions du règlement européen pour la métropole et certaines collectivités d'outre-mer (les six régions ultrapériphériques : Saint-Martin, Martinique, Guadeloupe, Guyane, La Réunion et Mayotte, ainsi que Saint-Pierre et Miquelon).



Pour en savoir plus et accéder à la liste des EEE réglementées, consultez le site internet du Centre de ressources EEE et les documents disponibles à la rubrique « documentation / bibliothèque/réglementation » :
<http://especes-exotiques-envahissantes.fr/base-documentaire/reglementation/>

Pour les territoires ultramarins, les listes d'EEE réglementées sont disponibles sur le site dédié aux EEE en outre-mer :
<https://especes-envahissantes-outremer.fr/>



Pour accompagner les particuliers, les associations, les collectivités, les organismes de conservation, de recherche et à vocation commerciale, le Ministère de la transition écologique et l'Office français de la biodiversité ont réalisé des brochures présentant les EEE réglementées et la réglementation en vigueur. Elles sont accessibles sur le site internet du Centre de ressources EEE.

GESTION DES DÉCHETS DE PLANTES EXOTIQUES ENVAHISANTES

La [note ministérielle du 2 novembre 2018](#) relative à la mise en œuvre des opérations de lutte contre les EEE consacre une partie sur la destination des individus prélevés à la page 15 du document. Elle indique que « *Les individus prélevés (faune/flore) doivent être exfiltrés du site dans la mesure du possible et traités convenablement pour éviter toute dissémination ultérieure* ». Il est également indiqué qu'« *il n'est pas nécessaire d'obtenir une autorisation préfectorale concernant le transport des spécimens prélevés vers les sites de destruction, de*

valorisation ou les centres de conservation », en faisant référence à [l'article L.411-8](#) du CE.

Elle précise que les plantes exotiques envahissantes « *constituent un déchet vert qu'il convient autant que possible de valoriser soit par le compostage soit la méthanisation en s'assurant de la destruction complète des diaspores³ potentielles (rhizomes, graines)* » et indique que « *dans certaines situations (difficultés d'exporter les déchets), et sous réserve d'accords locaux, il pourra être procédé au brûlage sur place* ». Il y est également indiqué que le compostage en centre de traitement doit être privilégié et que le compostage sur site n'est pas conseillé, afin d'éviter toute propagation ultérieure.

La note fait ensuite référence aux obligations relatives à la gestion des déchets dont certaines sont expliquées ci-dessous.

LES OBLIGATIONS DE GESTION DES DÉCHETS

VALORISATION BIOLOGIQUE ET TRI À LA SOURCE

Face à des considérations écologiques de plus en plus fortes, la réglementation sur la gestion des déchets s'est adaptée en France pour en réduire la production et donner la priorité à la prévention et la valorisation de ces déchets.

Dès 1998, la [Circulaire Voynet](#) relative à la mise en œuvre et à l'évolution des plans départementaux d'élimination des déchets ménagers et assimilés, renforce l'orientation des déchets verts en direction des filières biologiques pour inciter leur valorisation.

Les dispositions actuelles du Titre VI, chapitre I^{er} relatif à la Prévention et gestion des déchets du Code de l'environnement et plus précisément du II du premier alinéa de [l'article L.541-1 CE](#) ont pour objet une hiérarchisation des modes de traitement des déchets par priorité (Figure 3).

Hiérarchie de priorité des modes de traitement définis au II de [l'article L.541-1](#).



³ Voir glossaire

Le Code de l'environnement ([L.541-1 CE](#)) précise également que la gestion des déchets doit se faire dans le respect de l'environnement, notamment sans créer de risque pour l'eau, l'air, le sol, la faune ou la flore, et sans porter atteinte aux paysages et aux sites présentant un intérêt particulier.

Il est mentionné que l'organisation du transport des déchets doit se faire selon un principe de proximité consistant à assurer la prévention et la gestion des déchets de manière aussi proche que possible de leur lieu de production pour répondre aux enjeux environnementaux tout en contribuant au développement de filières professionnelles locales et pérennes ([L.541-1 CE](#)).

L'ordre de priorité du mode de traitement (Figure 3) peut notamment être modifié pour certains types de déchets si cela est prévu par un plan national de prévention et de gestion établi par le Ministre chargé de l'environnement et couvrant le territoire où le déchet est produit ([L.541-2-1 CE](#)). Cet ordre de priorité peut également être modifié si cela se justifie en raison d'effets sur l'environnement et la santé humaine, et des conditions techniques et économiques. Dans ce cas, la personne qui produit ou détient les déchets doit tenir à la disposition de l'autorité compétente les justifications nécessaires ([L.541-2-1 CE](#)).

Depuis le 1^{er} juillet 2002, les déchets ultimes sont les seuls à pouvoir être stockés ou enfouis dans une installation de stockage de déchets ([L.541-2-1 CE](#)). Les biodéchets ne peuvent ainsi plus être admis dans les installations de stockage, sauf si l'on justifie que par sa nature, le biodéchet considéré ne peut pas être valorisé dans les conditions techniques et économiques du moment et doit être considéré comme un déchet ultime.

Avec l'entrée en vigueur de la loi Grenelle 2 ([Loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010](#), article 204), les personnes produisant ou détaining des quantités importantes de déchets composés majoritairement de biodéchets ont l'obligation de mettre en place un tri à la source et une valorisation biologique, dans le but de limiter les émissions de gaz à effet de serre et de favoriser le retour au sol ([L.541-21-1 CE](#)).

La [Circulaire du 10 janvier 2012](#) présente les modalités d'application de l'obligation de tri à la source des biodéchets par les gros producteurs en vue de leur valorisation.

“ — Extrait de l'article L.541-21-1 CE

- I. - Les personnes qui produisent ou détiennent des quantités importantes de déchets composés majoritairement de biodéchets sont tenues de mettre en place un tri à la source de ces biodéchets et :
- soit une valorisation sur place ;
 - soit une collecte séparée des biodéchets pour en permettre la valorisation et, notamment, favoriser un usage au sol de qualité élevée. (...)

À compter du 1^{er} janvier 2023, cette obligation s'applique aux personnes qui produisent ou détiennent plus de cinq tonnes de biodéchets par an. (...)

Les biodéchets entrant dans un traitement aérobiose ou anaérobiose ne peuvent être considérés comme recyclés que lorsque ce traitement génère du compost, du digestat ou un autre résultat ayant une quantité similaire de contenu recyclé par rapport aux intrants, qui doit être utilisé comme produit, matière ou substance recyclés. À compter du 1^{er} janvier 2027, les biodéchets entrant dans un traitement aérobiose ou anaérobiose ne sont considérés comme recyclés que si, conformément au présent article L.541-21-1, ils ont été triés à la source.

[Lire l'article ▶](#)

Les déchets ligneux d'élagage ou de taille des végétaux qui font effectivement l'objet d'une valorisation énergétique sont exclus de cette obligation. En effet, la valorisation de la matière pour la production de panneaux de particules et leur valorisation énergétique sous la forme de bûches ou de plaquettes est justifiée sur le plan écologique, notamment pour les tiges ligneuses et les branches les plus grosses.

Si en 2012 les ménages étaient encore exclus de l'obligation de tri, de même que les exploitants d'installations de traitement de déchets, dans le cadre de la [nouvelle directive européenne n°2018/851 modifiant la Directive 2008/98/CE relative aux déchets](#), l'échéance de l'obligation de tri à la source a été avancée au 31 décembre 2023 (anciennement rendue obligatoire d'ici 2025). Le texte européen précise que les biodéchets devront être « soit triés et recyclés à la source, soit collectés séparément et non mélangés avec d'autres types de déchets ».

Ces dispositions ont été transposées en droit français avec l'adoption de la [Loi n° 2020-105 du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire](#) qui renforce le principe de valorisation biologique en modifiant l'article [L.541-21-1](#) du CE.

L'obligation de tri à la source des biodéchets est progressive et s'appliquera tout d'abord aux personnes morales ou physiques qui produisent ou détiennent plus de cinq tonnes de biodéchets par an, dès le 1^{er} janvier 2023 ([L.541-21-1 CE](#)). Cette obligation s'appliquera au plus tard le 31 décembre 2023 à tous les producteurs ou détenteurs de biodéchets, y compris aux collectivités territoriales dans le cadre du service public de gestion des déchets et aux établissements privés et publics qui génèrent des biodéchets ([L.541-21-1 CE](#)).

Extrait de l'article L.541-21-1 CE

(...) Au plus tard le 31 décembre 2023, cette obligation s'applique à tous les producteurs ou détenteurs de biodéchets, y compris aux collectivités territoriales dans le cadre du service public de gestion des déchets et aux établissements privés et publics qui génèrent des biodéchets.

L'État prend les mesures nécessaires afin de développer les débouchés de la valorisation organique des déchets et de promouvoir la sécurité sanitaire et environnementale des composts et des digestats.

[Lire l'article ▶](#)

Les collectivités locales, comme l'ensemble des autres acteurs, devront donc assurer un tri à la source généralisé des biodéchets, par des collectes séparées ou une gestion de proximité.

La [Loi du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire](#) ajoute également l'alinéa II, interdisant le brûlage à l'air libre des biodéchets sauf à titre exceptionnel pour les déchets d'espèces végétales envahissantes faisant l'objet de mesures d'élimination qui dans ce cas pourront ainsi prétendre à une dérogation individuelle.

Extrait de l'article L.541-21-1 CE

II.- Afin de favoriser leur compostage, les biodéchets au sens du présent code, notamment ceux issus de jardin ou de parc, ne peuvent être éliminés par brûlage à l'air libre ni au moyen d'équipements ou matériels extérieurs.

À titre exceptionnel et aux seules fins d'éradication d'épiphytose ou d'élimination d'espèces végétales envahissantes, des dérogations individuelles peuvent être délivrées par le représentant de l'État dans le département dans des conditions prévues par décret.

[Lire l'article ▶](#)

[Le décret 2020-1573 du 11 décembre 2020](#) portant diverses dispositions d'adaptation et de simplification dans le domaine de la prévention et de la gestion des déchets ajoute au [Code de l'environnement, l'article D. 543-227-1](#). Ce dernier autorise l'obtention de dérogation individuelle pour brûler notamment les espèces végétales envahissantes dont la liste est définie par les arrêtés mentionnés aux articles [L.411-5](#) et [L.411-6](#) du CE, et les espèces végétales nuisibles à la santé humaine, telles que les ambroisies dont la liste est définie à [l'article D. 1338-1 du Code de la santé publique](#).

Ces dérogations ne peuvent être accordées qu'à la condition qu'aucune solution alternative efficace d'élimination n'existe, et sont d'une durée maximale d'un an, renouvelables sur demande ([D.543-227-1](#)).

DÉTENTEURS DE DÉCHETS ET RESPONSABILITÉ DU TRAITEMENT

La gestion d'un déchet, quel qu'il soit est de l'entièr responsabilité de son producteur ou détenteur ([L.541-2 CE](#)) qui doit en garantir le traitement final.

Article L.541-2 CE

Tout producteur ou détenteur de déchets est tenu d'en assurer ou d'en faire assurer la gestion, conformément aux dispositions du présent chapitre.

Tout producteur ou détenteur de déchets est responsable de la gestion de ces déchets jusqu'à leur élimination ou valorisation finale, même lorsque le déchet est transféré à des fins de traitement à un tiers.

Tout producteur ou détenteur de déchets s'assure que la personne à qui il les remet est autorisée à les prendre en charge.

[Lire l'article ▶](#)

Ainsi, dans le cadre d'un chantier concernant l'élimination de plantes exotiques envahissantes, c'est le gestionnaire du chantier qui est responsable des déchets résultant de l'opération, et ce jusqu'à leur élimination ou valorisation finale. Cette responsabilité est conservée même lorsque le déchet est transféré à une plateforme de traitement. C'est pourquoi, il est nécessaire de s'assurer en amont que la personne ou la structure à qui il les remet est autorisée à les prendre en charge.



L'[article L.541-2-1 CE](#) rappelle que, sauf pour les ménages, la gestion du déchet doit respecter le principe de proximité et la hiérarchie des modes de traitement définis au II de [l'article L.541-1 CE](#).

Lorsqu'il s'agit de déchets produits par des particuliers (appelés déchets des ménages), l'[article L.2224-13 du Code général des collectivités territoriales](#), stipule que la collecte et le traitement incombent aux communes ou à leurs groupements. Les communes peuvent transférer à un établissement public de coopération intercommunale (EPCI) ou à un syndicat mixte soit l'ensemble de la compétence de collecte et de traitement des déchets des ménages, soit la partie de cette compétence comprenant le traitement, ainsi que les opérations de transport qui s'y rapportent.

Les opérations de transport, de transit ou de regroupement qui se situent à la jonction de la collecte et du traitement peuvent être intégrées à l'une ou l'autre de ces deux missions.

À la demande des communes et des établissements publics de coopération intercommunale qui le souhaitent, le département peut se voir confier la responsabilité du traitement et des opérations de transport qui s'y rapportent.



Qu'il soit un particulier, une collectivité, une association ou une entreprise privée, le producteur du déchet en est responsable et doit donc s'assurer de sa bonne gestion, en prenant en compte notamment dans le cas des EEE, le potentiel de dissémination de la plante selon la solution de traitement choisie.

Le producteur du déchet doit donc informer au préalable et obtenir l'autorisation de la structure en charge de la gestion des déchets de la présence d'EEE et des risques qui en découlent.

CENTRES DE TRAITEMENT ET ICPE

Le traitement des biodéchets peut être confié à des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). Afin de réduire les risques et les impacts relatifs à ces installations, la loi définit et encadre de manière relativement précise les procédures relatives aux ICPE ainsi que les modalités d'exploitation de ces installations.

Les activités de valorisation des biodéchets sont également soumises à ces procédures, notamment les installations de compostage et de méthanisation (Tableau 1).

Nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement
(d'après l'annexe de l'[article R.511-9 CE](#))

TABLEAU 1

NOMENCLATURE ICPE	
COMPOSTAGE	2780. Installation de compostage de déchets non dangereux ou matière végétale, ayant, le cas échéant, subi une étape de méthanisation
MÉTHANISATION	2781. Installation de méthanisation de déchets non dangereux ou de matière végétale brute, à l'exclusion des installations de méthanisation d'eaux usées ou de boues d'épuration urbaines lorsqu'elles sont méthanisées sur leur site de production
INCINÉRATION	2771. Installation de traitement thermique de déchets non dangereux, à l'exclusion des installations visées à la rubrique 2971 et des installations consommant comme déchets uniquement des déchets répondant à la définition de biomasse au sens de la rubrique 2910
STOCKAGE	2760. Installation de stockage de déchets à l'exclusion des installations visées à la rubrique 2720

CAS DES TERRES DITES “CONTAMINÉES” PAR LES EEE

La gestion des terres dites « contaminées » par les EEE s'avère parfois compliquée. Tant que les terres restent sur l'emprise du chantier, celles-ci ne sont pas considérées comme un déchet. En revanche, à partir du moment où celles-ci en sortent, elles doivent alors être considérées comme tel.

Il n'existe pas de réglementation spécifique aux terres contaminées par des EEE. À défaut, la réglementation relative aux EEE et celle relative à la gestion des déchets s'appliquent.

Leur gestion doit donc être réalisée en tenant compte des obligations réglementaires et des risques de dissémination de l'EEE. À ce titre, une valorisation de ces terres (par exemple un remblai) n'apparaît pas appropriée, car celle-ci peut constituer une source de dissémination. Si une élimination est envisagée, elle devra alors s'effectuer dans des conditions fixées par les exploitants de l'installation en mesure de les traiter, au regard des obligations imposées au producteur/détenteur par les articles [L.541-2 CE](#) et [L.541-1 CE](#) (« assurer que la gestion des déchets se fait sans mettre en danger la santé humaine et sans nuire à l'environnement, notamment sans créer de risque pour l'eau, l'air, le sol, la faune ou la flore... »).

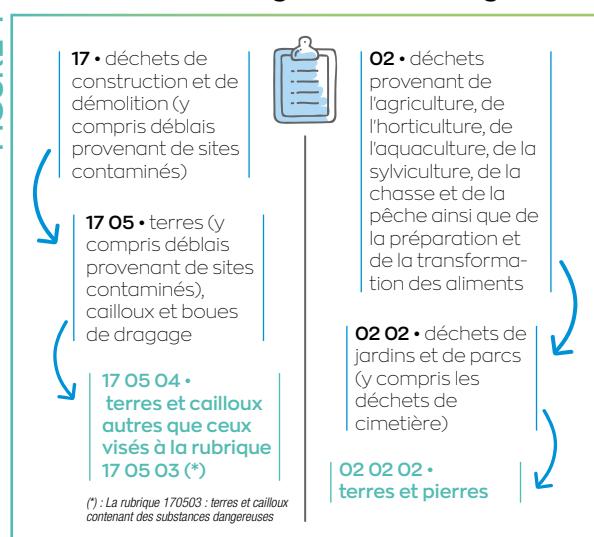
Si la réglementation évolue pour favoriser le réemploi des terres excavées, notamment par la publication de l'[Arrêté ministériel du 4 juin 2021 fixant les « critères de sortie du statut de déchet pour les terres excavées et sédiments ayant fait l'objet d'une préparation en vue d'une utilisation en génie civil ou en aménagement](#) », celui-ci ne fait pas mention de l'éventuelle présence d'EEE et des diaspores que des terres pourraient contenir. Il est donc important, en respect de l'article [L.541-1 CE](#), de ne pas mettre de terres à disposition de préparateurs en vue de leur réutilisation. Ces terres étant susceptibles de contenir des graines ou rhizomes d'EEE, elles risquent de favoriser leur dissémination et d'avoir des impacts négatifs amoindrisant voire annulant les résultats des opérations de gestion initialement réalisées et engageant alors la responsabilité du producteur du déchet.

L'application de cet arrêté entraîne la tenue d'un registre permettant de tracer l'origine de chaque lot de terre et permet, en cas de dissémination d'EEE, d'identifier les producteurs et détenteurs initiaux de ces terres.

Les terres excavées sont classifiées comme suit dans la nomenclature déchets, selon leur provenance, qu'il s'agisse de terres issues de chantier de construction/démolition, d'horticulture, ou de gestion des espaces verts (Figure 4).

Catégorisation des terres excavées selon les différents textes réglementaires en vigueur.

FIGURE 4

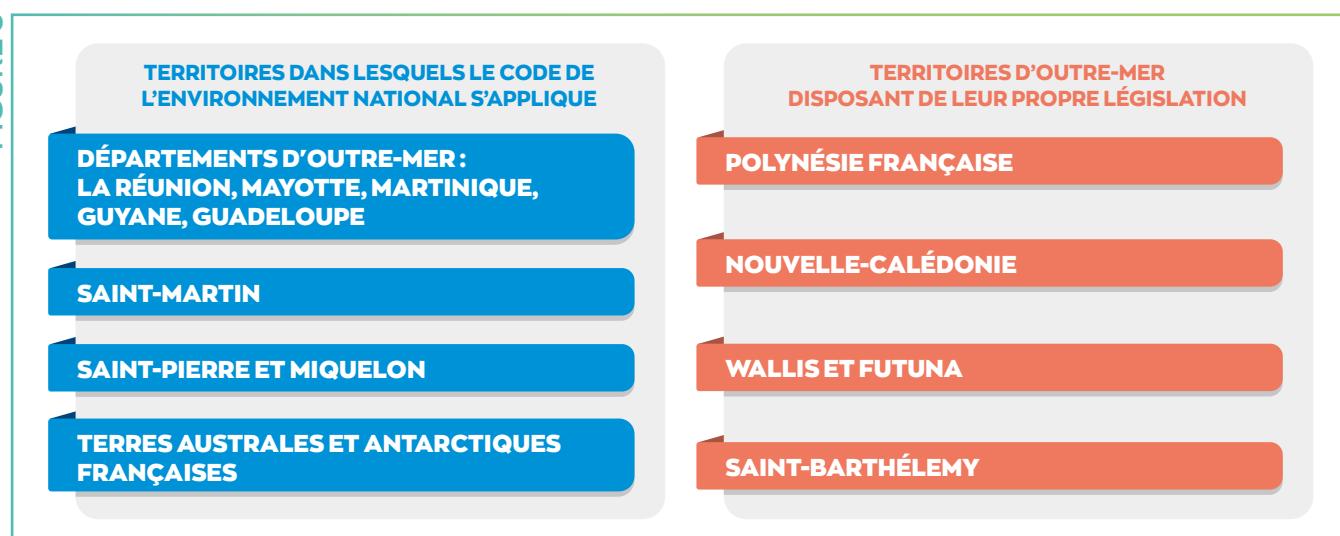


DISPOSITIONS PARTICULIÈRES DANS LES TERRITOIRES FRANÇAIS D'OUTRE-MER

FIGURE 5

Certains territoires d'outre-mer possèdent leur propre règlementation en matière de gestion des déchets, c'est notamment le cas des territoires bénéficiant d'une compétence locale pour la protection de l'environnement (voir liste Figure 5).

La règlementation environnementale dans les collectivités françaises d'outre-mer.



Pour les territoires non soumis au Code de l'environnement national, des éléments sur la réglementation locale en vigueur sont présentés ci-après.

POLYNÉSIE FRANÇAISE

La protection de l'environnement est une compétence locale. La Polynésie française a son propre corpus juridique en matière de droit de l'environnement. Les dispositions spécifiques aux déchets sont présentées dans le livre IV du Code de l'environnement de la Polynésie française.

Les définitions applicables sont présentées dans l'article LP. 4000-1. Ces dernières sont similaires à celles du Code de l'environnement national, avec des formulations parfois légèrement différentes.

DÉCHET

(d'après l'Art. LP. 4000-1)

Tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit ou plus généralement tout bien meuble abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon.

DÉCHETS ULTIMES

(d'après l'Art. LP. 4000-1)

Déchets, résultant ou non du traitement, qui ne sont pas susceptibles d'être traités dans les conditions techniques et économiques du moment, notamment par extraction de la part valorisable ou par réduction de son caractère polluant ou dangereux.

GESTION DES DÉCHETS

(d'après l'Art. LP. 4000-1)

Collecte, transport, valorisation, élimination des déchets, et plus largement, toute activité participant à l'organisation de la prise en charge des déchets depuis leur production jusqu'à leur traitement final, y compris les activités de négoce ou de courtage et la supervision de l'ensemble de ces opérations.

À la différence du Code de l'environnement s'appliquant en métropole et dans les territoires cités dans la figure 5, les biodéchets ne sont pas mentionnés ou définis dans celui de la Polynésie française. Pour les définitions de la valorisation et de l'élimination, celles-ci sont identiques en tout point avec celles de l'article L.541-1 du Code de l'environnement.

L'article [L.541-2 CE](#) relatif à la responsabilité des producteurs ou détenteurs de déchets est repris dans l'article LP. 4211-6, et la hiérarchie des modes de traitement de l'article LP. 4211-7 est identique à celle du Code de l'environnement, (voir Figure 3, p. 16). C'est donc au producteur ou détenteur de s'assurer que ses déchets soient traités dans le respect de la législation, c'est-à-dire, par un collecteur agréé, via une filière autorisée.

Pour vérifier que la société dispose de toutes les autorisations lui permettant de prendre en charge le déchet, il est recommandé de prendre contact avec la Direction de l'environnement de Polynésie française.

Concernant l'interdiction du brûlage des déchets à l'air libre, des dérogations peuvent être faites pour les déchets verts d'origine agricoles ou en l'absence de système de collecte (article LP. 4221-1).

Extrait de l'article LP. 4221-1

Il est strictement interdit de brûler tout déchet à l'air libre.

Par dérogation au premier alinéa, il peut être autorisé de brûler des déchets dans les cas limitativement énumérés suivants :

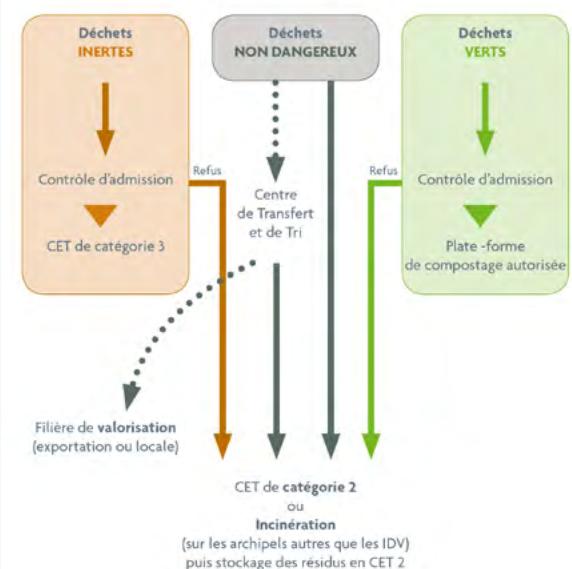
- Le brûlage des déchets verts agricoles pour des raisons agronomiques ou sanitaires ;
- L'écobuage contrôlé : méthode de débroussaillage par le feu, pratiquée notamment dans les archipels éloignés ;
- Lorsqu'il n'existe pas de système de collecte des déchets ménagers et/ou de déchetteries sur la commune, section de commune, île, îlot et autre lieu particulièrement isolé.

La présence de la Petite fourmi de feu (*Wasmannia auropunctata*) dans les déchets verts nécessite un traitement spécifique. Le transport des déchets verts doit se faire après vérification de l'absence de cette espèce pour éviter sa propagation. Aucun déchet vert d'une zone infectée ne doit être transporté sans une inspection minutieuse au préalable et un traitement lorsque nécessaire.



Filières de traitement autorisées en Polynésie française, selon la réglementation en vigueur (extrait du [Guide des déchets des entreprises de Polynésie française de l'Ademe, édition 2017](#)).

FIGURE 6



La filière de traitement privilégiée en Polynésie française pour les déchets verts est le compostage après broyage (Figure 6).

Les activités de compostage relèvent du régime des installations classées (N° 2780) à partir d'une capacité de 3t/jour (ICPE 2^{ème} classe). L'activité de broyage de végétaux est elle aussi soumise à autorisation (N° 2260) dès lors que la puissance des machines est supérieure à 40 kW.

Pour les déchets ne pouvant être broyés ou compostés, la filière de traitement est le Centre d'enfouissement technique (CET) de catégorie 2. La collecte des déchets verts peut se faire avec des conteneurs spécifiques (bennes fermées) ou par apport volontaire sur les plate-formes de compostage.

Le Code de l'environnement de la Polynésie française dresse également à l'article A. 2231-1-1, une liste de 39 espèces végétales et de 13 espèces animales menaçant la biodiversité pour lesquelles toute importation nouvelle et le transfert d'une île à l'autre sont interdits, et la destruction est autorisée (article LP. 2232-1).



Consultez le *Guide des déchets des entreprises de Polynésie française et le Code de l'environnement de Polynésie française* pour plus d'informations sur la réglementation en vigueur et le traitement des déchets.

NOUVELLE-CALÉDONIE

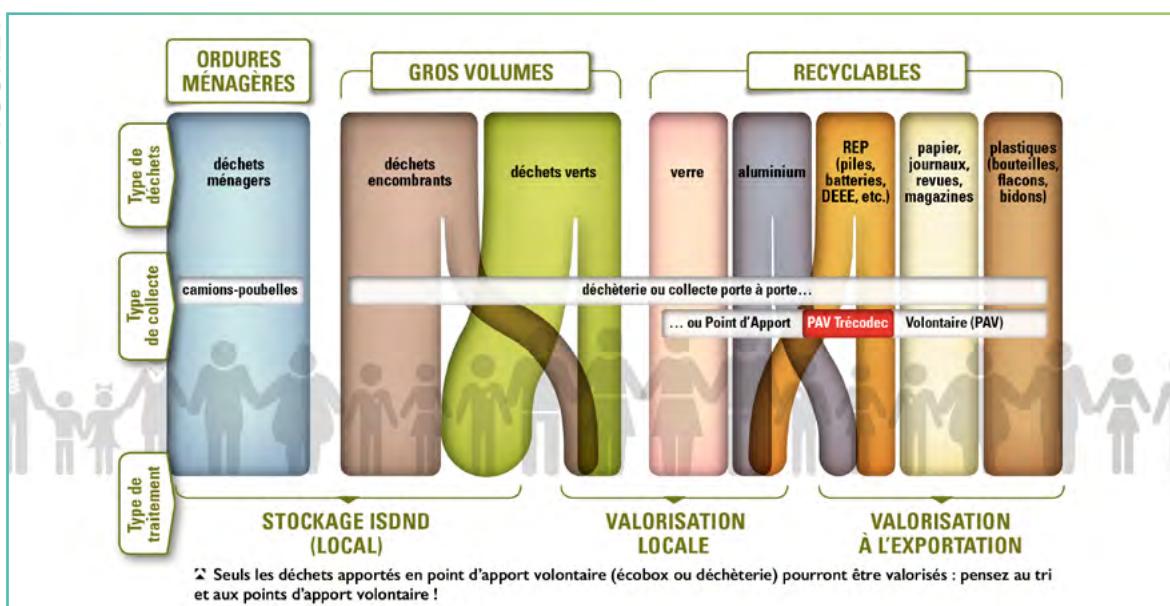
En Nouvelle-Calédonie, ce sont les provinces qui encadrent réglementairement la gestion des déchets, les filières se développent donc à l'échelle provinciale et ont ensuite tendance à s'harmoniser sur l'ensemble du territoire. Les communes sont responsables de la collecte et du traitement des déchets ménagers. Elles peuvent transférer à un des six organismes de type syndicat (intercommunal ou mixte) la collecte et/ou le traitement de leurs déchets ([Ademe, 2017b](#)).

Les déchets verts sont considérés comme des déchets non dangereux non inertes et doivent faire autant que possible l'objet d'une valorisation de la matière de type compostage (Figure 7). Le stockage des déchets verts dans les installations de stockage des déchets non dangereux (ISDND) est également possible.

La collecte et le traitement des déchets sont répartis entre plusieurs acteurs (communes, intercommunalités, éco-organisme ou encore prestataires privés). Les communes sont compétentes pour la collecte des déchets (y compris les déchets verts) et certaines sont ainsi dotées de plans de prévention des déchets. Néanmoins, ce sont les provinces qui disposent de la compétence environnementale et qui déterminent leurs politiques publiques relatives aux déchets et réglementent les filières de traitement des déchets. Par ailleurs, les provinces Nord et Sud disposent chacune de leur schéma de gestion provincial des déchets.

Parcours du déchet des ménages
(extrait du *Guide des déchets en Nouvelle-Calédonie de l'Ademe, 2017*).

FIGURE 7



Comme pour l'ensemble du territoire français, c'est le détenteur du déchet qui en est le responsable (article 421-3 des codes provinciaux de l'environnement).

La règlementation relative aux déchets est inscrite pour les trois provinces dans le titre II du livre IV des codes de l'environnement de Nouvelle-Calédonie. Les dispositions du premier chapitre sur la gestion des déchets ont toutes pour objet : 1° De prévenir ou réduire la production et la nocivité des déchets ; 2° De privilégier la valorisation des déchets par réemploi, réutilisation ou recyclage ou toute autre action visant à obtenir, à partir des déchets, des matières réutilisables ou de l'énergie (article 421-1).

Les définitions sont présentées à l'article 421-2, mais avec plus ou moins de termes décrits selon les provinces. La Province Sud et la Province des îles Loyauté proposent 11 définitions, tandis que l'article 421-2 de la Province Nord n'en propose que deux, à savoir déchets et abandon.

En Province Nord, les déchets verts et les déchets fermentescibles des particuliers sont exempts de l'interdiction d'abandon et de rejet dans le milieu naturel ou dans les réseaux d'évacuation des eaux, de les brûler ; » (article 421-3 Province Nord).

En Province Sud et en Province des îles Loyauté, il est précisé que « la valorisation des déchets est préférée à leur élimination chaque fois que les conditions techniques, économiques et géographiques le permettent » (article 421-3).

Dans les trois provinces, en cas de dépôt ou traitement du déchets contraires aux prescriptions de la règlementation en vigueur, le président de l'assemblée de la province peut assurer d'office l'exécution des analyses, études, traitements ou travaux nécessaires aux frais du responsable de la gestion de ces déchets, après une mise en demeure préalable (article 421-4).

Concernant la collecte des déchets en Province Sud et en Province des îles Loyauté, les collecteurs doivent renseigner un bordereau de suivi lors de la remise des déchets à un autre opérateur et en conserver un exemplaire (article 422-10).

Les trois provinces de Nouvelle-Calédonie disposent également d'une réglementation propre aux EEE (voir Tableau 2, p. 26).



Consultez le [Guide des déchets de Nouvelle-Calédonie](#) et les [Codes de l'environnement \(Province Sud, Province des îles Loyauté et Province Nord\)](#) pour plus d'informations sur la réglementation en vigueur et le traitement des déchets.

Les codes font l'objet de nombreuses mises à jour et les dernières versions en vigueur sont disponibles sur le [site internet du Conservatoire d'espaces naturels de Nouvelle-Calédonie](#) et en consultant la [Synthèse de la stratégie territoriale de lutte contre les EEE](#) (CEN Nouvelle-Calédonie, 2018).



Jacithe d'eau dans un marais de Koné © CEN Nouvelle-Calédonie

Aspects réglementaires de la gestion des plantes exotiques envahissantes en Nouvelle-Calédonie.

TABLEAU 2

CODE DE L'ENVIRONNEMENT DE LA PROVINCE SUD

ARTICLE 250-2

I. Afin de ne porter préjudice ni au patrimoine biologique, ni aux milieux naturels, ni aux usages qui leur sont associés, ni à la faune et à la flore sauvages, **sont interdits** :

1° [...]

2° [...] **le transport**, l'utilisation, [...] de tout ou partie d'un spécimen vivant d'une espèce végétale exotique envahissante listée dans le tableau prévu au V ainsi que de ses semences.

Des **modalités de prévention, de lutte ou d'éradication particulières peuvent être adoptées** pour une espèce exotique envahissante par délibération du bureau de l'assemblée de province.

II. - La **destruction de tout spécimen doit être réalisée selon les méthodes préconisées** par le président de l'assemblée de province. Dès que la présence dans le milieu naturel d'une des espèces listées au I est constatée, **le président de l'assemblée de province peut procéder ou faire procéder à la capture, au prélevement, à la garde ou à la destruction des spécimens de l'espèce.**

ARTICLE 250-3

I. [...]

II. - Des **dérogations aux interdictions édictées à l'article 250-2** peuvent être accordées à des fins scientifiques ou pédagogiques par le président de l'assemblée de province après avis de la direction en charge de l'environnement, sur demande écrite motivée.

CODE DE L'ENVIRONNEMENT DE LA PROVINCE NORD

ARTICLE 261-2

Sont interdits pour tout spécimen des espèces inscrites sur la « liste de espèces envahissantes en province Nord », y compris toutes les parties, gamètes, graines, œufs ou diaspores qui pourraient survivre et se reproduire :

1°) la culture, l'élevage ou la multiplication par quelque moyen que ce soit, **le transport**, le colportage, l'utilisation, la mise en vente, la vente ou l'achat, [...]

ARTICLE 261-3

Sauf mention contraire, **la destruction** dans des conditions ne présentant pas de danger pour l'environnement, l'ordre public, la sécurité des biens et des personnes, l'hygiène et la salubrité publique, et en conformité avec les différents règlements applicables par ailleurs, des espèces inscrites sur la « liste des espèces envahissantes en province Nord » **est autorisée en tout temps et en tout lieu de la province Nord.**

ARTICLE 261-5

Il peut être dérogé aux articles 261-2 et 261-4 par arrêté du président de l'assemblée de province Nord à des fins agricoles, piscicoles ou forestières ou pour des motifs d'intérêt général et après évaluation des conséquences de cette introduction.

Cet arrêté précisera les modalités, conditions, garanties, durées, bénéficiaires et localisations des introductions autorisées. [...]

Dès qu'un manquement aux dispositions du présent chapitre ou aux dispositions de l'arrêté de dérogation ou un défaut de contention est constaté, ou dès que l'état des connaissances permet de remettre en cause l'évaluation du risque, le président de l'assemblée de province Nord peut procéder ou faire procéder, aux frais du bénéficiaire, à la capture, au prélevement, à la garde ou à la destruction des spécimens de l'espèce introduite, et à la suspension ou la révocation immédiate des dérogations accordées.

CODE DE L'ENVIRONNEMENT DE LA PROVINCE DES ÎLES LOYAUTÉ

ARTICLE 252-1

Sont interdits l'introduction et la dissémination dans le milieu naturel, volontaire, par négligence ou par imprudence, la production, la détention, **le transport, l'utilisation**, la cession à titre gratuit ou onéreux, la mise en vente, la vente ou l'achat de tout ou partie d'un spécimen vivant d'espèces animales et végétales exotiques envahissantes, ainsi que de leurs produits et de leurs semences respectifs.

ARTICLE 252-4

D'autres **modalités de prévention ou de lutte particulières peuvent être adoptées** par délibération de l'assemblée de province ou de son bureau après avis du comité pour la protection de l'environnement.

ARTICLE 252-12

Toute personne constatant la présence nouvelle ou anormale dans le milieu naturel d'une espèce exotique envahissante en informe les autorités provinciales. Cette information est également portée à la connaissance des autorités coutumières.

Sous réserve des dispositions de la section précédente, **le président de l'assemblée de province fait procéder à la capture, au prélevement, à la garde ou à la destruction des spécimens** de l'espèce par tout moyen approprié et respectueux de l'environnement. Un arrêté du président de l'assemblée de la province des îles Loyauté précise les modalités d'éradication et veille à la sécurité des biens et des personnes.

COLLECTIVITÉ DE SAINT-BARTHÉLEMY

Depuis le 12 juin 2009, Saint-Barthélémy dispose de son propre Code de l'environnement. Le titre V correspond à la réglementation des déchets.

Les définitions utilisées et présentées dans l'article 511-1 (déchet, déchets ultimes) et 511-2 (élimination des déchets) sont assez proches de celles du Code de l'environnement national, à la différence que la catégorie des déchets biologiques ne sont pas définis, ni évoqués.

Les déchets ne peuvent être traités sur le territoire que dans les installations pour lesquelles l'exploitant est titulaire d'un agrément délivré par le président du Conseil territorial, ainsi que les installations agréées antérieurement à l'entrée en vigueur du code. L'article 531-1 indique que « *Toute personne qui remet ou fait remettre des déchets à tout autre que l'exploitant d'une installation d'élimination agréée est solidairement responsable avec lui des dommages causés par ces déchets* ».

La nomenclature des installations classées reste la même que celle décrite au tableau 1 (voir p. 20).

Pour les déchets verts, c'est le Conseil territorial qui fixe les conditions et modalités selon lesquelles les personnes peuvent être autorisées à procéder elles-mêmes à l'élimination ou à la valorisation, et particulièrement par voie de compostage (article 531-4). Plus loin, l'article 551-4 précise que pour l'élimination des végétaux et des bois non peints et non traités, des autorisations sont susceptibles d'être délivrées pour des périodes annuelles renouvelables ou pour des opérations ponctuelles. Les autorisations doivent être assorties de prescriptions relatives aux modalités d'élimination, notamment aux horaires à respecter, et aux garanties destinées à assurer la sécurité et l'agrément du voisinage (article 551-4).

Les sanctions applicables en cas du non-respect de la réglementation sont présentées dans le chapitre 6 (article 561-1).

Concernant les EEE, c'est l'article 911-3 du Code de l'environnement de la Collectivité de Saint-Barthélémy qui interdit l'introduction dans le milieu naturel de tout spécimen d'une espèce non indigène, non domestique (pour la faune) et non plantée (pour la flore). La liste des végétaux est fixée par délibération du Conseil territorial.

S'il existe déjà une telle liste pour la faune, celle concernant la flore est encore en processus de validation par le Conseil territorial.



Consultez le [Code de l'environnement de la Collectivité de Saint-Barthélémy](#) pour plus d'informations sur la réglementation en vigueur.

WALLIS ET FUTUNA

Sur les îles de Wallis et Futuna, la réglementation des déchets est établie dans le Livre IV titre II du Code de l'environnement.

Les définitions utilisées et présentées dans l'article E. 421-1 sont assez similaires avec celle du Code de l'environnement applicable à la métropole et aux territoires ultra-marins concernés, à la différence que la catégorie des déchets biologiques n'est pas définie, ni évoquée.

DÉCHET

(d'après l'Art. E. 421-1)

Tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit ou plus généralement tout bien meuble abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon.

DÉCHET ULTIME

(d'après l'Art. E. 421-1)

Déchet, résultant ou non du traitement d'un déchet, qui n'est plus susceptible d'être traité dans les conditions techniques et économiques du moment, notamment par extraction de la part valorisable ou par réduction de son caractère polluant ou dangereux.

ÉLIMINATION DE DÉCHETS

(d'après l'Art. E. 421-1)

Opérations de collecte, transport, stockage, tri et traitement nécessaires à la récupération des éléments et matériaux réutilisables ou de l'énergie, ainsi qu'au dépôt ou au rejet dans le milieu naturel de tous autres produits dans des conditions propres à éviter les nuisances mentionnées à l'article E. 421-2

Les producteurs ou détenteurs de déchets sont tenus d'assurer ou de faire assurer l'élimination de leurs déchets lorsqu'il porte atteinte à l'environnement d'une façon générale et dans des conditions de nature (article E. 421-2). Des nuisances pouvant être induites par une mauvaise gestion des déchets de plantes exotiques envahissantes, il conviendra une analyse au cas par cas de cette atteinte.

Extrait de l'article E. 421-2

Il – Toute personne qui produit ou détient des déchets dans des conditions de nature à produire des effets nocifs sur le sol, la flore et la faune, à dégrader les sites ou les paysages, à polluer l'air ou les eaux, à engendrer des bruits et des odeurs et, d'une façon générale, à porter atteinte à l'environnement, est tenue d'en assurer ou d'en faire assurer l'élimination, conformément aux dispositions du présent Livre, dans des conditions propres à éviter lesdits effets.

Selon l'article E. 422-3, seuls les déchets ultimes peuvent être accueillis dans les installations d'élimination des déchets par stockage. Cependant, dans l'hypothèse de contraintes techniques ou financières, les déchets non ultimes peuvent être temporairement stockés dans des installations d'élimination, en attendant de pouvoir être traités sur place ou exportés le cas échéant. Il est néanmoins précisé que le stockage des déchets non ultimes en raison de contraintes techniques ou financières ne doit être utilisée qu'en dernier recours et en l'absence de filière de valorisation ou de traitement présente sur le territoire.

Des arrêtés techniques du Chef du territoire peuvent fixer des obligations réglementaires ou spéciales relatives à l'élimination de certaines catégories de déchets, de façon à réduire au maximum les atteintes à l'environnement lors de leur élimination (article E. 422-4).

L'article E. 422-6 met en place des plans d'élimination par arrêté du Chef du territoire, pris sur avis conforme de la Commission de l'Assemblée territoriale chargée des questions environnementales. Dans le cadre de ces plans (ou parallèlement), des plans particuliers d'élimination peuvent être élaborés avec les organismes publics ou privés, ou les particuliers, pour les déchets produits ou détenus présentant des risques notables requérant une collecte ou une élimination spéciale (article E. 422-8).

Le chapitre 3 du Code (articles E. 213.1 à E. 213.5) traite spécifiquement des EEE. Ainsi, l'article E. 213-3 interdit l'introduction volontaire, par négligence ou imprudence, d'EEE. Concernant les opérations de restriction et d'élimination, elles sont « décidées par le Chef du territoire et menées sous l'égide du Service territorial de l'environnement, en partenariat avec les autorités ou acteurs concernés. Tout autre mode d'intervention, justifié par des circonstances d'opportunité ou de nécessité, est régi par les dispositions du Livre quatrième du présent code » (article E. 213-5).



Consultez le [*Code de l'environnement de Wallis et Futuna*](#) pour plus d'informations sur la réglementation en vigueur.

CE QU'IL FAUT RETENIR

Les résidus issus d'opérations de gestion de plantes exotiques envahissantes sont considérés par la réglementation française comme des déchets verts, qui sont une sous-catégorie de biodéchets ou de déchets organiques. C'est la réglementation globale sur la gestion des déchets qui s'applique alors, permettant à ces déchets d'entrer dans les filières existantes de valorisation ou d'élimination des déchets. Cette valorisation est rendue obligatoire par l'article L.541-21-1 du Code de l'environnement, avec la mise en place d'un tri à la source généralisé des biodéchets, par des collectes séparées ou une gestion de proximité. Concernant particulièrement les déchets de plantes exotiques envahissantes, l'article L.411-8 précise qu'aucune autorisation n'est nécessaire pour transporter les spécimens prélevés vers les sites de destruction. Le compostage (de proximité ou en installation autorisée selon le tonnage) et la méthanisation sont les voies de traitement à privilégier.

En pratique, il convient cependant de s'assurer – préalablement à leur évacuation – que ces déchets peuvent être admis et traités dans une installation de compostage ou de méthanisation, et ce dans le respect des obligations en matière de protection de l'environnement dont, entre autres, la garantie de non-dissémination et de suppression du risque de dissémination de l'espèce considérée. Les conditions d'acceptation au regard du risque que représente l'EEE considérée sont définies par l'exploitant de l'installation. En cas de refus, il conviendra de se tourner vers les installations de valorisation énergétique ou d'élimination. Enfin, rappelons que, dans certaines situations, des dérogations préfectorales autorisant le brûlage à l'air libre peuvent être délivrées.

Concernant les terres excavées contenant des plantes exotiques envahissantes, aucune valorisation ne semble possible sans risque de dissémination si elles ne font pas l'objet d'un traitement préalable (voir la partie "Transport et acheminement", p. 34). Leur élimination doit se faire dans une installation dont les conditions ne mettent pas en danger la santé humaine et l'environnement.

Certains territoires d'outre-mer possèdent leur propre réglementation en matière de gestion des déchets, c'est notamment le cas des territoires où la protection de l'environnement est une compétence locale. Pour ces territoires, il est nécessaire de se référer aux textes de lois indiqués dans ce guide.

TABLEAU DE SYNTHÈSE

Correspondance entre les différents articles des Codes de l'environnement en vigueur sur le territoire français concernant le traitement des déchets et les EEE.

	FRANCE MÉTROPOLITAINE; RUP, SAINT-PIERRE ET MIQUELON; TAAF	POLYNÉSIE FRANÇAISE	SAINT BARTHÉLEMY	WALLIS ET FUTUNA	NOUVELLE- CALÉDONIE
Définitions	L.541-1-1	LP. 4000-1	511-1; 511-2	E. 421-1	421-2
Responsabilité du détenteur de déchet	L.541-2	LP. 4211-6	531-1	E. 421-2	421-3
Tri et valorisation des biodéchets	L.541-21-1		531-4	E. 422-3	
Interdiction de stockage	L.541-2-1			E. 422-3	
Interdiction de brûlage et dérrogations	L.541-21-1; D. 543-227-1	LP. 4221-1			
Hiérarchisation des modes de traitement	L.541-1				421-3 (sauf Province Nord)
Règlementation EEE	L.411-5 à L.411-10	LP. 2232-1 et A. 2231-1-1	911-3	E. 213-1 à E. 213-5	• Sud : 250-2 à 250-3 • Nord : 261-2 à 261-5 • îles Loyauté : 252-1 à 252-12
Conditions et modalités pour l'élimination ou la valorisation des déchets verts (Saint- Barthélémy)			551-4		

PRINCIPALES MÉTHODES DE TRAITEMENT DES DÉCHETS DE PLANTES EXOTIQUES ENVAHISANTES ISSUS D'INTERVENTION DE GESTION

La prévention avant tout

p. 32

Transport et acheminement vers les sites de traitement

p. 34

La gestion des terres végétales dites “contaminées”

p. 92

Méthodes de traitement alternatives

p. 99

Fiches descriptives de méthodes de traitement des déchets verts

p. 40

- ▶ La méthanisation • p. 40
- ▶ Le compostage industriel • p. 52
- ▶ La gestion de proximité • p. 68
- ▶ L'incinération en unité de valorisation énergétique • p. 80
- ▶ Le stockage en installation classée • p. 86

Cette partie a été rédigée par :

Valentin Condal, SUEZ Recyclage et Valorisation France
Madeleine Freudenberg, Comité français de l'IUCN

Avec les contributions de :

Arnaud Albert (OFB), Patrick Barrière (CEN Nouvelle-Calédonie),
Mireille Boyer (Aquadis), Alain Dutarte (expert indépendant) Aurélien
Caillon (CBN Sud-Atlantique), Cyril Cottaz (CBN Méditerranéen de
Porquerolles), Marie Duval (CBN de Lorraine), Elise Graux (DGTN de
Guyane) Laure-Line Lafille (CEN de Nouvelle-Calédonie), Thomas Le
Bourgeois (CIRAD), Yves Le Roux (SPIGEST), Camille Msika (CEN Centre
Val-de-Loire), Micheline Paimba (DGTN de Guyane), Claire Rameaux
(Conseil départemental de Savoie), Adelyne Rolland (Syndicat d'Initiative
du Bassin d'Arcachon), Emmanuelle Sarat (Comité français de l'IUCN),
Pascal Sauze (DREAL Auvergne-Rhône-Alpes), Mitra Tehranchi
(Noremat), Charline Teffaut (CEN Centre Val-de-Loire), Emmanuelle Sarat
(Comité français de l'IUCN), Karine Thomassin (CEN de Normandie),
Sylvie Varray (Fédération des CEN), Marc Vuillemonet (CBN de Franche-Comté).

LA PRÉVENTION AVANT TOUT

Comme cela a été abordé dans le chapitre précédent (Chapitre I – Règlementation), lorsque cela est possible et sans risque majeur, les rémanents⁴ doivent être évacués du site et valorisés convenablement pour éviter toute dissémination ultérieure. Le transport et l'acheminement de plantes exotiques envahissantes ne sont pas anodins et présentent plusieurs risques qu'il convient de ne pas négliger.

L'application de mesures nécessaires de biosécurité (voir encadré) doit se faire durant toutes les étapes du processus de gestion, pas seulement lors du transport et du stockage des déchets présentés dans ce guide.

Concernant les précautions à prendre lors de la gestion, différentes recommandations sont indiquées dans [le volume 1 « Connaissances pratiques »](#), à la p. 175 de l'ouvrage de Sarat *et al.* (2015).



QU'EST-CE QUE LA BIOSÉCURITÉ ?

D'après la FAO (2007), la biosécurité est une approche stratégique intégrée de gestion des risques pesant sur la vie et la santé des personnes, des animaux et des plantes et les risques associés pour l'environnement. Elle porte sur la sécurité sanitaire des aliments, les zoonoses, l'introduction d'organismes nuisibles et de maladies animales et végétales, la propagation d'organismes vivants modifiés (OVM) et l'**introduction et la gestion des EEE**. Fondée sur la reconnaissance des liens critiques entre ces secteurs, elle regroupe l'ensemble des mesures visant à prévenir les risques de contamination, de pollution de l'environnement ou d'appauvrissement de la biodiversité. La biosécurité comprend des mesures de surveillance pré-frontière (pour identifier des menaces potentielles), à la frontière (contrôles lors des importations) et post-frontière (pour une détection et une réaction coordonnées).

PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Des précautions spécifiques doivent être appliquées pour que ces interventions ne deviennent pas une cause involontaire de dissémination supplémentaire de ces plantes sur le territoire, et particulièrement les milieux naturels. Elles doivent prendre en compte les dia-s pores produites par les différentes plantes concernées (graines, fragments végétatifs aériens ou souterrains) et ceci à chaque étape des interventions. Ce risque de dissémination doit être intégré dès la phase d'intervention, en évitant notamment d'intervenir lors des périodes de floraison ou de fructification. Intervenir en dehors de la période végétative permet également de réduire le volume de biomasse aérienne à traiter.

Le nettoyage des outils et des engins utilisés entre deux interventions sur des sites distincts, rendu possible grâce à l'installation d'aires de nettoyage dédiées, est

indispensable et doit comprendre une identification du parcours réalisé par les véhicules. Il est très important que les techniques appliquées découpent le moins possible les plantes à extraire des sites, ou si elles produisent malgré tout, des fragments, que des précautions complémentaires soient prises lors des interventions pour qu'ils puissent être récupérées, autant que faire se peut, pour éviter une éventuelle dispersion ultérieure. Ces précautions peuvent comporter la pose de filets, de barrages filtrants, voire de batardeaux pour les milieux aquatiques, ou la pose de bâches ou de géotextiles sur le sol empêchant le contact des produits de coupe, d'arrachage mais également de graines avec le sol. Il est également admis qu'un enlèvement manuel des fragments abandonnés dans les milieux ayant fait l'objet d'interventions mécanisées est un complément technique indispensable pour améliorer notamment la qualité et la durée de l'efficacité des travaux, en réduisant fortement les risques de dispersion future.

4 Voir glossaire

L'expérience montre également, que malgré les précautions et les mesures préventives qui peuvent être prises, une dispersion de diaspores reste toujours possible et des visites de contrôle sur les sites réalisés sur plusieurs années sont indispensables. Ce suivi doit être intégré dans la programmation des interventions et dans le plan de gestion dès leur conception.

PROTECTION DES PERSONNES

La gestion de certaines plantes exotiques envahissantes peut créer un risque sanitaire ou de blessures pour les personnes en contact avec ces dernières : phytophotodermatose (Berce du Caucase), coupures ou blessures (cactus, Robinier, Févier d'Amérique, Herbe de la Pampa, etc.), projection de sève irritante (Ailante, Paulownia), toxicité (Raisin d'Amérique), allergie (ambroisies), etc.

Si la présence d'une espèce pouvant présenter de tels risques est constatée, alors des mesures adaptées doivent être prises pour la protection des personnes les manipulant.

La mise en place de mesures de protection concerne aussi bien les opérations menées sur le site que celles engagées après (transport, stockage, déstockage, valorisation). Les personnes en contact avec ces plantes devront porter des équipements de protection individuelle (EPI) spécifiques pour garantir leur sécurité par rapport aux risques identifiés.

Les EPI doivent être adaptés aux risques à prévenir et aux conditions dans lesquelles le travail est effectué. Ces équipements ne doivent pas être eux-mêmes à l'origine de risques supplémentaires ([articles R. 4323-91 à R. 4323-93](#) du Code du travail). En cas de risques multiples, le port simultané de plusieurs EPI peut être nécessaire, ces équipements doivent alors être compatibles entre eux et conserver leur efficacité par rapport aux risques qu'ils préviennent.

Par exemple, pour empêcher le contact avec de la sève, la manipulation de matière fraîche de Berce du Caucase doit se faire avec un vêtement ou combinaison couvrant complètement le corps, des gants en caoutchouc et un masque pour la protection du visage. Dans le cas des espèces au pollen allergisant, comme l'Ambroisie à feuille d'armoise (*Ambrosia artemisiifolia*), un masque contre les pollens (type P3) doit être porté lorsque la plante est en fleur. Le pollen, responsable des réactions allergiques, se transmettant aussi par le contact avec la



Pour en savoir plus sur les précautions à prendre lors des interventions de gestion, consultez les différents manuels de gestion et de bonnes pratiques disponibles sur le site internet du [Centre de ressources EEE](#).

Pour y accéder, consulter la rubrique « Documents scientifiques et techniques », dans l'onglet Documentation du site internet : <http://especes-exotiques-envahissantes.fr/base-documentaire/documents-techniques/>

peau, des gants et des lunettes de protection sont également nécessaires et permettent d'éviter tout contact avec les particules volatiles.

Les EPI doivent être convenablement nettoyés après usage car un contact avec la sève ou le pollen peut aussi se faire par l'intermédiaire d'un équipement encore sali. Le risque de contamination peut persister tant que les résidus sont humides. Les équipements stipulés comme à usage unique devront alors être traités comme des déchets après utilisation.

Ces recommandations sont souvent indiquées aux gestionnaires préalablement aux interventions, mais elles doivent également s'appliquer aux personnes transportant les rémanents vers les lieux de stockage ou de valorisation. Les risques inhérents à ces déchets doivent alors être indiqués pour éviter toute blessure ou lésion.



TRANSPORT ET ACHEMINEMENT VERS LES SITES DE TRAITEMENT

Il relève de la responsabilité du gestionnaire de s'assurer que les exutoires pour les rémanents végétaux de gestion ou pour les terres contenant des plantes exotiques envahissantes produits par son intervention soient conformes à la réglementation et évitent tout risque de dissémination. Une attention doit être portée tout au long du chantier, à chaque étape de manutention des déchets végétaux produits par l'intervention, pour ne laisser s'échapper aucune diaspora (graines ou fragment végétatif pouvant bouturer). Les mesures de prévention pour limiter le risque de perte de diasporas sont ainsi à envisager avant de démarrer les chantiers et une vérification des sites pour intervenir sur les éventuelles repousses, s'impose lors de la saison végétative suivante. Ces mesures sont à adapter aux espèces concernées.



NETTOYAGE DES ENGINS ET DES OUTILS

Le nettoyage minutieux des engins et des outils susceptibles de transporter des diasporas est une mesure particulièrement importante sur les chantiers, car ceux-ci sont des vecteurs importants de certaines espèces. Ce nettoyage doit s'effectuer avant de quitter le chantier mais peut avoir lieu avant leur arrivée pour éviter tout risque d'apport de diasporas. L'organisation de ces nettoyages, qui doivent être effectués dans des conditions environnementales satisfaisantes, peut se révéler plus ou moins complexe selon les chantiers et les espèces visées. Elle mérite par conséquent d'être suffisamment anticipée et est à adapter pour chaque site et type de chantier.

Les outils et engins utilisés doivent être nettoyés et séchés systématiquement afin d'en retirer les plantes et leurs fragments, la boue et les débris divers afin d'empêcher la contamination des zones encore non colonisées. Nettoyer des chenilles ou les pneumatiques d'engins de terrassement ayant traversé ou manipulé des terres contenant des propagules demande la création

d'aires spécifiques de nettoyage, où le sol est protégé, et la mise à disposition d'eau et d'outils de brossage ou des jets de haute pression. Ces opérations ne doivent surtout pas négliger le traitement et l'évacuation des eaux utilisées à cet effet. Nettoyer un broyeur à végétaux peut se faire avec de l'air comprimé. Un « broyage de nettoyage » avec des déchets verts issus de plantes indigènes pour nettoyer le broyeur après l'utilisation et éviter que celui-ci devienne source de dissémination peut également être réalisé.

Les chaussures sont également susceptibles de transporter des diasporas de végétaux, capables ensuite de former ailleurs de nouvelles populations viables. Dès qu'elles quittent le site d'intervention, les personnes doivent procéder au contrôle de l'ensemble de leurs chaussures (et pas seulement de la semelle) et si nécessaire, à leur brossage à l'eau afin d'éliminer la terre et les diasporas qui pourraient y être fixées. Ces mesures doivent être réalisées dès qu'une personne ou qu'un véhicule change de site.

Pour les bâches ou toiles de protection, une éponge et de l'eau peuvent généralement suffire. Il faut ensuite les faire sécher et contrôler leur état général (et notamment l'absence de dégradation), avant de les plier puis de les stocker.

Outre les aspects de biosécurité, le nettoyage et l'entretien des équipements permettent également d'en prolonger la durée de vie et permettre leur réutilisation dans des conditions optimales.

“ CHECK CLEAN DRY ” VERS UN PROTOCOLE DE BIOSÉCURITÉ INTERNATIONAL

Un protocole de biosécurité visant les EEE dans les milieux marins et dulcaquicoles est appliqué depuis plusieurs années par différents pays (par exemple en Irlande, au Royaume-Uni et en Nouvelle-Zélande). Intitulé « *Check, Clean, Dry* », il propose trois étapes clé :

-  **J'inspecte**
-  **J'enlève**
-  **Je frotte**
-  **Je rince**
-  **Je sèche**

- 1 • l'inspection méticuleuse des éléments ayant été en contact avec le milieu aquatique ;
- 2 • le nettoyage qui consiste à enlever les organismes ou leurs diaspores avec l'aide d'une brosse et de l'eau claire ou d'un jet haute pression ;
- 3 • le séchage complet du matériel avant toute nouvelle utilisation.

Initialement destiné aux usagers des milieux aquatiques, ce protocole peut être adapté pour s'appliquer dans un contexte de chantier de gestion d'EEE.



Pour en savoir plus sur les mesures de biosécurité développées à l'échelle internationale et leur mise en pratique dans différents pays européens, consultez le document de synthèse « La biosécurité, indispensable levier pour prévenir les invasions biologiques des eaux continentales et marines » réalisé dans le cadre du Centre de ressources EEE.

Pour y accéder : http://especes-exotiques-envahissantes.fr/wp-content/uploads/2020/09/32486_ofb_rencontres-vf-vang-biosecu-et-prevention-invasion_web-1.pdf



AIRE DE NETTOYAGE POUR LES ENGINS DE TRAVAUX

Ces aires de nettoyage sont nécessaires lorsque les engins de chantier ont été en contact avec des sols contenant des diaspores de plantes exotiques envahissantes. Elles doivent être conçues pour permettre le nettoyage sur une plateforme horizontale avec un accès à de l'eau sous pression et en dehors de toute zone humide, à plus de 30 mètres de tout cours d'eau incluant ruisseaux, fossés et bouches d'égout, de manière à empêcher l'écoulement de l'eau souillée vers le milieu récepteur. Aussi, il est préférable d'effectuer le nettoyage sur un sol absorbant et sans pente afin que l'eau puisse par la suite s'évaporer. Une couche de 20-30 cm de matériaux sains et filtrants déposés sur un géotextile permet de protéger le sol et peut être évacuée en fin de chantier pour être traitée comme des terres contaminées. Des dispositifs de décantation, de traitement et de filtration pourront être si nécessaire mis en place pour maîtriser les eaux de ruissellement des nettoyages. Ils constituent une mesure de précaution supplémentaire à la couche de matériaux mise en place et devant retenir la majorité des diaspores et fragments.

CLAUSES ENVIRONNEMENTALES

Dans le dossier de consultation des entreprises de services, toutes les clauses pour éviter la dispersion de plantes exotiques envahissantes peuvent être inscrites

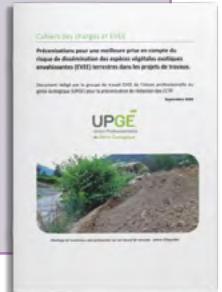
au cahier des charges, dans les conditions d'exécution du marché au titre de l'[article L.2112-2](#) du Code de la commande publique. Afin de réduire les impacts involontaires des chantiers de travaux sur les invasions végétales, l'Union professionnelle du génie écologique (UPGE) a récemment publié un guide de préconisations expliquant comment prendre en compte le risque de dispersion des plantes exotiques envahissantes tout au long du projet, depuis sa conception jusqu'à sa réalisation (UPGE, 2020) (Figure 8). Quelques clauses-types sont proposées dans ce document [disponible en ligne](#).

STOCKAGE ET AUTRES PRÉ-TRAITEMENTS

Principalement réalisé pour les plantes aquatiques, un stockage temporaire de la matière végétale⁵ peut être envisagé pour sécher la matière et attendre le moment propice pour son transport (par exemple, contrainte de matériel disponible ou absence d'exutoire). Selon sa durée, un stockage temporaire sur site peut fortement diminuer le volume et le poids de la biomasse végétale collectée, permettant ainsi une nette réduction des coûts de transport et de traitement pour le gestionnaire. En Brière, un [rapport du Parc naturel régional de 2016](#) mentionnait par exemple une diminution de 50 % de la biomasse en un mois de séchage pour la jussie (PNR de Brière, 2016).

Extrait des clauses-type pour les CCTP proposées par l'[UPGE \(2020\)](#).

FIGURE 8

Objet	CLAUSES À INSÉRER	POINTS IMPORTANTS
AIRE DE NETTOYAGE	<p>Une aire spécifique pour le nettoyage des engins et des outils sera aménagée. Elle comprendra :</p> <ul style="list-style-type: none"> - une citerne d'eau et un dispositif de jet haute pression ; - une protection du sol formée obligatoirement par l'étalement au sol d'un géotextile surmonté d'une couche de 20 cm d'épaisseur de graviers. <p>Les nettoyages éventuellement nécessaires en dehors de cette aire se feront sans eau avec des outils à main ou avec de l'air comprimé, au-dessus d'une bâche permettant de récolter les débris végétaux pour les évacuer vers l'aire de nettoyage.</p> <p>À la fin du chantier, l'aire de nettoyage sera démontée : les matériaux au-dessus du géotextile seront évacués vers la zone de stockage des terres infestées et le géotextile emporté en déchetterie.</p>	<p>Les engins ne doivent pas être transportés ailleurs pour être nettoyés.</p> <p>Le nettoyage doit se faire sur le site du chantier au niveau d'une aire de nettoyage aménagée pour cela.</p>
NETTOYAGE DES ENGINS ET OUTILS	<p>Pendant le chantier, les outils ou accessoires utilisés pour manipuler de la terre infestée ne pourront servir à autre chose sans avoir été nettoyés au préalable.</p> <p>Avant de quitter le chantier, tous les engins et outils ayant manipulé de la terre infestée seront soigneusement nettoyés de façon à ne plus conserver de terres ou débris végétaux.</p>	

⁵ Voir glossaire

Dans le cas d'un stockage temporaire sur place, il convient de veiller à ce que les déchets de plantes exotiques envahissantes ou les terres contaminées ne soient pas au contact direct du sol pour éviter une reprise *in situ*.

Pour cela, la zone de stockage devra être clairement localisée et une protection devra être installée sur le sol pour pouvoir récupérer le dépôt sans le contaminer. Plus perméable et moins lourd qu'une bâche, il est recommandé d'utiliser un géotextile non-tissé, qui facilite le séchage de la matière par rapport à une bâche posée au sol. Dans certains contextes (vent, fortes pluies, fréquentation du site par du bétail par exemple), une bâche pourra être fixée au-dessus du tas formé pour éviter toute dissémination.



La zone doit être matérialisée avec un marquage spécifique permettant son identification et éviter que ce stockage ne soit confondu avec un dépôt sauvage d'ordures. Lors de la saison végétative suivante, ce marquage doit également permettre au gestionnaire de retrouver l'emplacement précis du dépôt pour vérifier l'absence de dissémination au cours de la phase temporaire de stockage.

Pour les espèces ligneuses notamment (Ailante, acacias, etc.), le recours à un broyage de prétraitement sur site est parfois nécessaire pour réduire le volume de déchet produit et faciliter le transport des rémanents vers les plateformes de valorisation, ou en prévision d'un compostage de proximité. Le broyage doit concerner les parties ligneuses des plantes (branches) et n'est pas recommandé pour les espèces produisant beaucoup de pollen, les espèces à trop forte teneur en eau ou celles à très forte capacité de bouturage.



RISQUES DE DISPERSION LORS DU TRANSPORT

Le transport accidentel (*Transport-Stowaway*) d'espèces exotiques est une des nombreuses voies d'introduction d'EEE identifiées par le Secrétariat exécutif de la Convention sur la diversité biologique ([UNEP/CBN/SBS-TTA, 2014](#)).

Les infrastructures linéaires de transport, telles que les routes, sont des voies importantes de dispersion de certaines plantes exotiques envahissantes. Cet impact est lié à l'importance du linéaire du réseau routier et à sa forte pénétration dans des espaces naturels, à la circulation de véhicules transportant potentiellement des graines, au flux routier lui-même qui favorise la dispersion de certaines plantes sur des distances plus ou moins longues, aux travaux d'entretien ou d'aménagement nécessaires le long des ouvrages et plus généralement à la perturbation de ces zones anthropisées qui constituent des habitats privilégiés.



Lors des chantiers, et tout particulièrement ceux sur les accotements routiers, la sensibilisation des conducteurs d'engins à ces risques est indispensable. Elle permet d'expliquer les conséquences pour l'environnement et les bonnes pratiques à mettre en place afin de les éviter. Pour éviter toute dissémination, des caissons de collecte de biomasse étanches pouvant broyer et collecter les plantes par aspiration sont maintenant disponibles.

Si des diaspores ou des terres contaminées doivent être transportées par camion, des précautions doivent être prises pour éviter toute perte involontaire de plantes, lors du remplissage, puis pendant le transport et enfin

au vidage des bennes. Les bennes de transport peuvent être couvertes ou moins remplies et contenir des sacs hermétiques pour qu'aucun fragment végétal ne s'envole. Les espaces situés entre la chargeuse et la benne peuvent être protégés par un géotextile. Enfin, les accès au chantier peuvent être inspectés la saison végétative suivante pour éliminer les plantes qui seraient apparues. Il convient également de planifier le parcours à emprunter de manière à éviter autant que possible la traversée de cours d'eau et autres secteurs sensibles. Les parcours empruntés par les véhicules doivent être inspectés immédiatement ou lors de la saison végétative suivante pour vérifier l'absence de perte de matériel lors des déplacements et anticiper l'installation de nouvelles populations. Ces précautions sont à prendre avec autant de rigueur pour le transport manuel des plantes.



Ces préconisations ne peuvent toutefois pas toujours garantir l'absence de risque lié aux déplacements de plantes exotiques envahissantes et des déchets issus de leur gestion. Lors de telles opérations, le très grand nombre et la petite taille des graines de certaines plantes ou encore la facilité de dispersion de certaines d'entre elles peuvent rendre très difficile un contrôle total des voies de dissémination.

Une des méthodes efficaces pour prévenir la dissémination et le transport de graines de plantes exotiques envahissantes reste cependant la planification de la période d'intervention avant la fructification, en tenant compte de la phénologie locale de l'espèce. Le cas échéant, en complément du nettoyage du site et du matériel, des mesures de surveillance pour intervenir rapidement en cas de reprise de la végétation sont à prévoir.



CE QU'IL FAUT RETENIR

Le stockage temporaire des déchets de plantes exotiques envahissantes ainsi que le transport vers le site de traitement ou de valorisation représentent un risque de dispersion à ne pas négliger. Des précautions sont à prendre durant toutes les étapes de l'intervention, pour protéger l'environnement de toute nouvelle introduction mais également la santé des personnes qui manipulent ces déchets.

Pour ne pas propager des diaspores de plantes exotiques envahissantes en dehors du secteur d'intervention, il convient de mettre en place des mesures de biosécurité (pose de bâches ou de géotextiles, nettoyage des outils, des véhicules, des équipements de protection individuelle, aires de nettoyage, etc.). Des clauses spécifiques peuvent également être insérées dans les CCTP des marchés de travaux pour s'assurer d'une mise en œuvre adaptée. La formation de l'ensemble des intervenants pendant les différentes phases de chantiers et de prise en charge des déchets est indispensable pour s'assurer de l'absence de dispersion à la suite des travaux.

LA MÉTHANISATION

FILIÈRE DE VALORISATION



- DESCRIPTION GÉNÉRALE DU PROCÉDÉ

La méthanisation est un procédé biologique de valorisation des matières organiques (effluents d'élevage⁶, effluents industriels, déchets organiques ménagers, boues de station d'épuration), basé sur une transformation anaérobiose de la matière (à la différence du compostage où la transformation se déroule en conditions aérobies). Cette transformation se fait grâce à l'activité de microorganismes qui, à une température constante et en l'absence d'oxygène vont se développer et entraîner plusieurs réactions chimiques qui vont dégrader les matières organiques.

À l'issue de ce procédé, deux produits pourront être exploités :

- **le biogaz**, composé majoritairement de méthane (environ 55 % de méthane, 40 % de CO₂ et 5 % de gaz résiduels), qui va pouvoir être soit brûlé afin d'actionner un moteur et produire de l'énergie électrique, soit épuré et stocké sous forme de biocarburant, soit épuré puis injecté dans le réseau de gaz naturel ;
- **le digestat**, composé de matières organiques dégradées qui va pouvoir être incorporé au sol en substitut d'engrais organique et minéral, soit directement en sortie du méthaniseur, soit après une phase de stabilisation par compostage.



Unité de méthanisation. © CEN Normandie

6 Voir glossaire



- CADRE LÉGISLATIF

Les méthaniseurs, qu'ils soient agricoles ou industriels, sont tous régis par le Code de l'environnement et la réglementation des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). Ils sont soumis à la rubrique 2781 de la nomenclature des ICPE. Selon la quantité de matière traitée par l'installation, leur exploitation peut être soumise à déclaration, enregistrement ou autorisation par les services de l'État. Des sous-rubriques existent, selon le type et la quantité de matière entrant dans le process de méthanisation (voir tableau 3).

TABLEAU 3

Nomenclature déterminant le classement des installations de méthanisation selon la rubrique 2781 (Source : Ineris)

MÉTHANISATION DE MATIÈRE VÉGÉTALE BRUTE, EFFLUENTS D'ÉLEVAGE, MATIÈRES STERCORAIRES, LACTOSÉRUM ET DÉCHETS VÉGÉTAUX D'INDUSTRIES AGROALIMENTAIRES

La quantité de matières traitées étant supérieure ou égale à 100 t/j Régime en vigueur ➔ Autorisation

La quantité de matières traitées étant supérieure ou égale à 30 t/j et inférieure à 100 t/j Régime en vigueur ➔ Enregistrement

La quantité de matières traitées étant inférieure à 30 t/j Régime en vigueur ➔ Déclaration

MÉTHANISATION D'AUTRES DÉCHETS NON DANGEREUX

La quantité de matières traitées étant supérieure ou égale à 100 t/j Régime en vigueur ➔ Autorisation

La quantité de matières traitées étant inférieure à 100 t/j Régime en vigueur ➔ Enregistrement

Des arrêtés ministériels déterminent les prescriptions générales du régime applicable à chaque installation :

- **Régime de la déclaration :** Arrêté du 10/11/09 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées de méthanisation soumises à déclaration sous la rubrique n° 2781-1

• **Régime de l'enregistrement :** Arrêté du 12/08/10 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées de méthanisation relevant du régime de l'enregistrement au titre de la rubrique n° 2781-1 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement

• **Régime de l'autorisation :** Arrêté du 10/11/09 fixant les règles techniques auxquelles doivent satisfaire les installations de méthanisation soumises à autorisation en application du titre I^{er} du livre V du Code de l'environnement

Ces arrêtés déterminent notamment les conditions d'acceptabilité des déchets entrants, les dispositions à prendre pour limiter le bruit, les vibrations, les odeurs, mais également les seuils à ne pas dépasser pour des rejets d'eau dans le milieu naturel ou encore la durée de conservation des documents administratifs, liés à l'entrée et à la sortie des matières. Ils déterminent également l'ensemble des dispositions à prendre par l'exploitant pour la valorisation des matières dans le respect des normes environnementales et de sécurité des biens et des personnes.

Ils déterminent également les conditions d'épandage des digestats, qui doivent présenter un intérêt agronomique pour les sols ou la nutrition des cultures et ne pas porter atteinte à la santé humaine et animale, à la qualité et à l'état phytosanitaire des cultures ni à la qualité des sols et des milieux aquatiques.

Les installations sont suivies par l'Inspection des installations classées de la Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Dreal), et peuvent être contrôlées à tout moment pour vérifier le respect de leur arrêté préfectoral d'autorisation d'exploitation ou à défaut, de l'arrêté ministériel.

Les dispositifs de valorisation du biogaz sont régis par différents décrets indépendants de la rubrique 2781.



– DESCRIPTION TECHNIQUE

La méthanisation est un processus qui peut se dérouler selon plusieurs modalités :

► **Selon le type de déchets entrants :**

- Par voie liquide, si les déchets contiennent moins de 20 % de matière sèche ;
- Par voie solide, si les déchets contiennent plus de 20 % de matière sèche.

La méthanisation par voie liquide est la plus utilisée, celle par voie solide étant dédiée à la méthanisation de fumier.

► **Selon la température de réaction :**

- La méthanisation mésophile, qui se déroule entre 37 et 42 °C ;
- La méthanisation thermophile, qui se déroule aux environs de 55 et 60 °C.

La méthanisation mésophile est la plus utilisée, car le process est plus facile à maîtriser que la méthanisation thermophile, et permet une hygiénisation⁷ plus poussée. La méthanisation thermophile permet cependant une meilleure valorisation de la chaleur produite.

► **Selon les modes d'alimentation et d'extraction de la matière :**

- Les procédés continus, où de la matière est ajoutée et extraite en permanence de manière équivalente,
- Les procédés discontinus ou semi-discontinus, où la matière est intégrée soit en une

seule fois, soit de manière continue jusqu'à la fin de la production de méthane où l'ensemble du digesteur est alors vidangé.

Les procédés continus sont les plus utilisés en raison de leur facilité de maintenance et de la diversité des déchets qu'ils peuvent traiter.

LA RÉCEPTION DES DÉCHETS ET LA SÉPARATION DES IMPURETÉS

À leur arrivée sur site les déchets sont contrôlés, afin de s'assurer qu'il s'agit bien de déchets acceptés sur l'installation. Ils sont ensuite triés, notamment pour retirer les impuretés lorsque c'est possible, puis introduits dans le mélangeur.

Pour méthaniser plus rapidement certaines matières, une phase de prétraitement peut être nécessaire, de type broyage, compostage, préparation thermochimique ou enzymatique.

LE MÉLANGE

Pour introduire une solution homogène dans le digesteur, les déchets sont au préalable mélangés ou malaxés.



⁷ Voir glossaire

LA MÉTHANISATION

La méthanisation se produit à l'intérieur du digesteur. Il s'agit d'une « cuve » d'une capacité adaptée au gisement de déchets dans laquelle se trouve un système de brassage pour faire circuler la matière et activer les réactions en anaérobiose. En effet, la méthanisation est un processus complexe qui se décompose en une succession de quatre phases :

- **l'hydrolyse** qui va entraîner la dégradation des molécules complexes, telles que les lipides, protéines, polysaccharides en molécules simples, telles que les acides gras, acides aminés, sucres ;
- **l'acidogénèse** qui va dégrader les éléments simples en acides gras volatils et alcools ;
- **l'acétogénèse** qui va transformer les acides gras volatiles en acétates ou acides acétiques ;
- **la méthanogénèse**, dernière phase de dégradation de la matière qui va entraîner la transformation de l'acide acétique en méthane et dioxyde de carbone.

Le temps de séjour de la matière au sein du digesteur est d'au minimum 50 jours pour le procédé mésophile et de 30 jours pour le procédé thermophile, mais peut être réduit à 21 jours en méthanisation sèche thermophile continue.

LA VALORISATION DU BIOGAZ

La cogénération consiste à faire entrer le biogaz en combustion pour activer un ou plusieurs moteurs qui vont produire de l'énergie électrique qui sera ensuite envoyée directement sur le réseau électrique. L'énergie résiduelle qui ne produira pas d'énergie électrique sera valorisée sous forme de chaleur. Elle servira à alimenter en chaleur le digesteur pour maintenir sa température et selon les équipements situés à proximité, elle pourra également être utilisée pour chauffer des bâtiments par exemple.

La production de biométhane : avant d'être injecté dans le réseau de gaz naturel ou d'être stocké en vue de son utilisation comme biocarburant, le biogaz devra être épuré pour qu'il soit constitué uniquement de méthane, gaz que l'on cherche à valoriser. Plusieurs procédés vont alors être mis en œuvre pour

retirer le dioxyde de carbone, l'eau, le sulfure d'hydrogène ou encore l'oxygène. Il est ensuite odorisé, pour le rendre détectable en cas de fuite. Une fois sa qualité contrôlée, il est finalement injecté dans le réseau ou stocké, pour alimenter par exemple une flotte de véhicules.

LA VALORISATION DU DIGESTAT

L'épandage : d'un point de vue réglementaire, les digestats sont considérés comme des déchets. On devrait donc parler de leur élimination, et non de valorisation. Le digestat peut être directement épandu sur des sols agricoles à condition que l'installation de production de ces digestats dispose d'un plan d'épandage. Ce plan d'épandage doit contenir différentes informations relatives à la localisation des parcelles d'épandage et aux exploitants de ces parcelles, ainsi que les doses de fertilisants apportées par ce digestat. Il doit également prendre en compte la préservation des ressources en eau, de la qualité des eaux et des sols. En effet, il doit être prouvé que le digestat épandu présente un intérêt agronomique. Les teneurs précises en éléments fertilisants doivent être renseignées précisément dans le cadre d'un plan d'épandage, qui doit faire l'objet d'une autorisation par l'administration.

Le compostage : pour être valorisé au sens propre du terme, le digestat peut par exemple être composté (après une séparation de phase pour récupérer le refus solide), et ensuite être normé (voir la fiche sur le compostage industriel, p. 52). Si le compost produit à partir du digestat et d'autres biodéchets répond à l'une des normes relatives aux amendements organiques, il pourra alors être mis sur le marché selon cette classification.

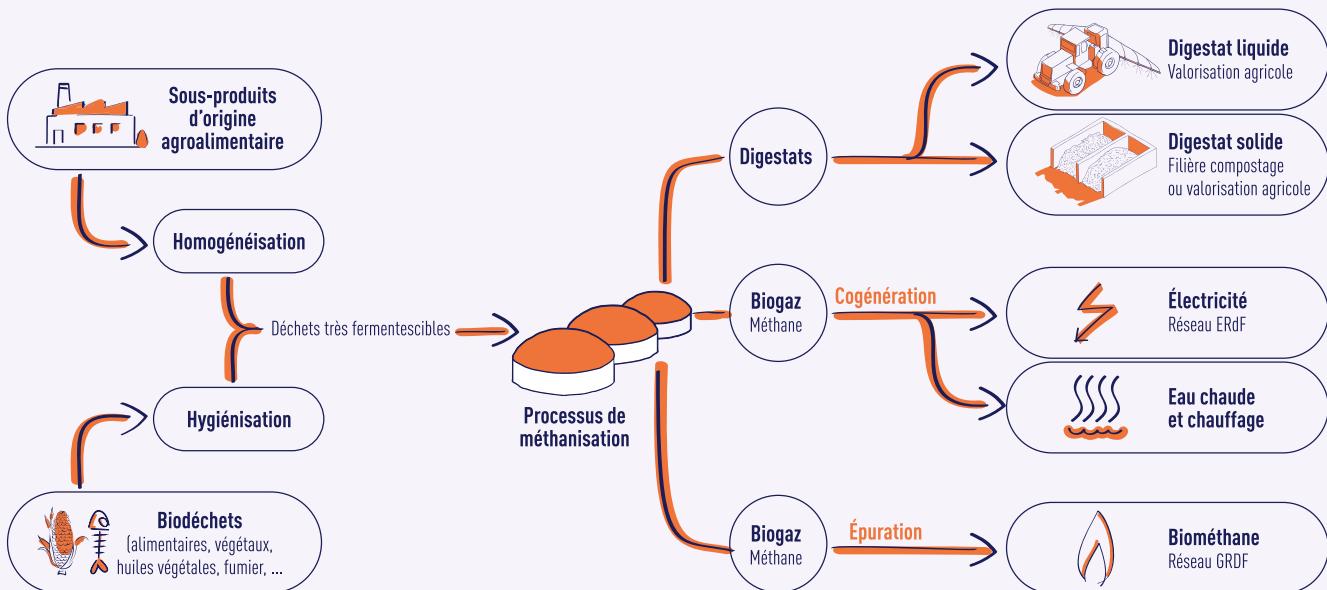
La valorisation en matière fertilisante : un autre moyen de valorisation des digestats consiste à produire un digestat répondant au cahier des charges pour la mise sur le marché et l'utilisation de digestats de méthanisation d'intrants agricoles et/ou agro-alimentaires en tant que matières fertilisantes annexé à l'Arrêté du 22 octobre 2020 approuvant ce cahier des charges. Cette disposition permet à un exploitant de mettre sur le marché son digestat directement et uniquement auprès d'un exploi-

tant agricole pour un usage en grande culture ou sur des prairies sans qu'il ait besoin d'être composté pour être normé ou homologué.

L'homologation : longue et coûteuse, elle est accordée par le ministre de l'Agriculture après instruction du dossier et avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimenta-

tion (Anses). Différentes analyses et études doivent être produites par le responsable de la mise sur le marché, afin d'attester de l'intérêt agronomique que présente le produit, de son innocuité pour l'homme, les animaux et leur environnement, de la constance de sa composition. Cette procédure est peu utilisée en raison de sa complexité.

Schéma de synthèse de la production et de la valorisation du digestat et du biogaz. © SUEZ RV



– DÉCHETS CIBLES

D'un point de vue réglementaire, les déchets de plantes exotiques envahissantes sont considérés comme des déchets verts (voir partie réglementation). À ce titre, les installations de méthanisation sont autorisées à traiter ce type de déchets. Le code correspondant à la liste de codification des déchets (Annexe II de l'[article R. 541-8 du CE](#)) pour les déchets concernés par les opérations de gestion de plantes exotiques envahissantes est le 02 01 03 (voir nomenclature, p. 14).

Exceptés des composés très stables comme la lignine, toutes les matières organiques sont susceptibles d'être ainsi décomposées et de produire du biogaz, avec un potentiel méthanogène toutefois très variable selon l'espèce et

sa phase de développement (Ademe, 2015). Si l'ensemble des déchets de plantes exotiques envahissantes peuvent être réglementairement reçus en méthanisation, les méthaniseurs ne peuvent pas recevoir tout type de déchet vert car certains d'entre eux peuvent être incompatibles avec le processus, notamment ceux contenant des composés soufrés (par exemple les brassicacées).

Les produits très ligneux, issus des coupes d'arbres ou d'arbustes, comme le Séneçon en arbre ou l'Ailante glanduleux ne sont donc pas de bons candidats à la méthanisation pour plusieurs raisons :

- la lignine est une molécule complexe que les bactéries méthanogènes n'ont pas la capa-

cité de dégrader. L'incorporation d'éléments ligneux qui ressortiraient presque à l'identique du digesteur ;

- les produits de coupe de ligneux sont souvent de taille importante, ce qui peut empêcher leur intégration au digesteur ou l'endommager.

La méthanisation n'est donc pas recommandée pour les arbres ou arbustes, sauf par voie sèche où elle peut accueillir des végétaux dont la teneur en matière sèche peut excéder 20 %.

L'intégration de déchets d'herbacées, à faible teneur en lignine, à dégradation rapide et à fort pouvoir méthanogène sera donc privilégiée.

Tous les méthaniseurs n'étant pas identiques, le refus ou l'acceptation d'une espèce va dépendre fortement des caractéristiques techniques du digesteur employé. Des renseignements préalables sur la capacité de la structure à prendre en charge ou non le déchet produit sont donc nécessaires.



Le Séneçon en arbre contient trop de lignine pour rentrer dans un processus de méthanisation. © Daniel Lasne



- AVANTAGES

La méthanisation est un procédé encore assez peu utilisé pour la valorisation des déchets de plantes exotiques envahissantes, notamment en raison de l'insuffisance de connaissances sur la destruction effective des diaspores de ces espèces, mais qui intéresse de nombreux gestionnaires à plusieurs titres.

Le processus engendre une double valorisation de la matière traitée. Il produit du biogaz qui est valorisé énergétiquement, soit par production d'électricité, soit par production de biocarburant ou de biométhane réinjecté dans le réseau. Le digestat produit peut aussi être

valorisé agronomiquement, grâce à sa teneur en éléments fertilisants. Il peut alors être utilisé par les agriculteurs en remplacement d'engrais minéraux, réduisant ainsi l'impact environnemental et énergétique du recours à la production d'engrais de synthèse.

Certaines espèces de plantes exotiques envahissantes peuvent présenter un pouvoir méthanogène intéressant pour les exploitants d'installations. Des tests pour mesurer le pouvoir méthanogène de chaque espèce sont à réaliser. Un autre élément positif de cette technique est la durée de séjour relativement

longue de la matière dans le digesteur, dans des conditions homogènes défavorables à la persistance des diaspores, ce qui peut faciliter, par exemple l'élimination des capacités germinatives des graines. Néanmoins, très peu d'études ont jusqu'alors été menées sur ce sujet.

En méthaniseur industriel, le coût moyen de la méthanisation est de 60 à 90 € la tonne, prix intermédiaire entre le compostage et l'incinération. Néanmoins pour des espèces ayant un intérêt méthanogène, et pouvant donc amener un gain à l'exploitant du méthaniseur, la valeur du déchet pourrait être à discuter.

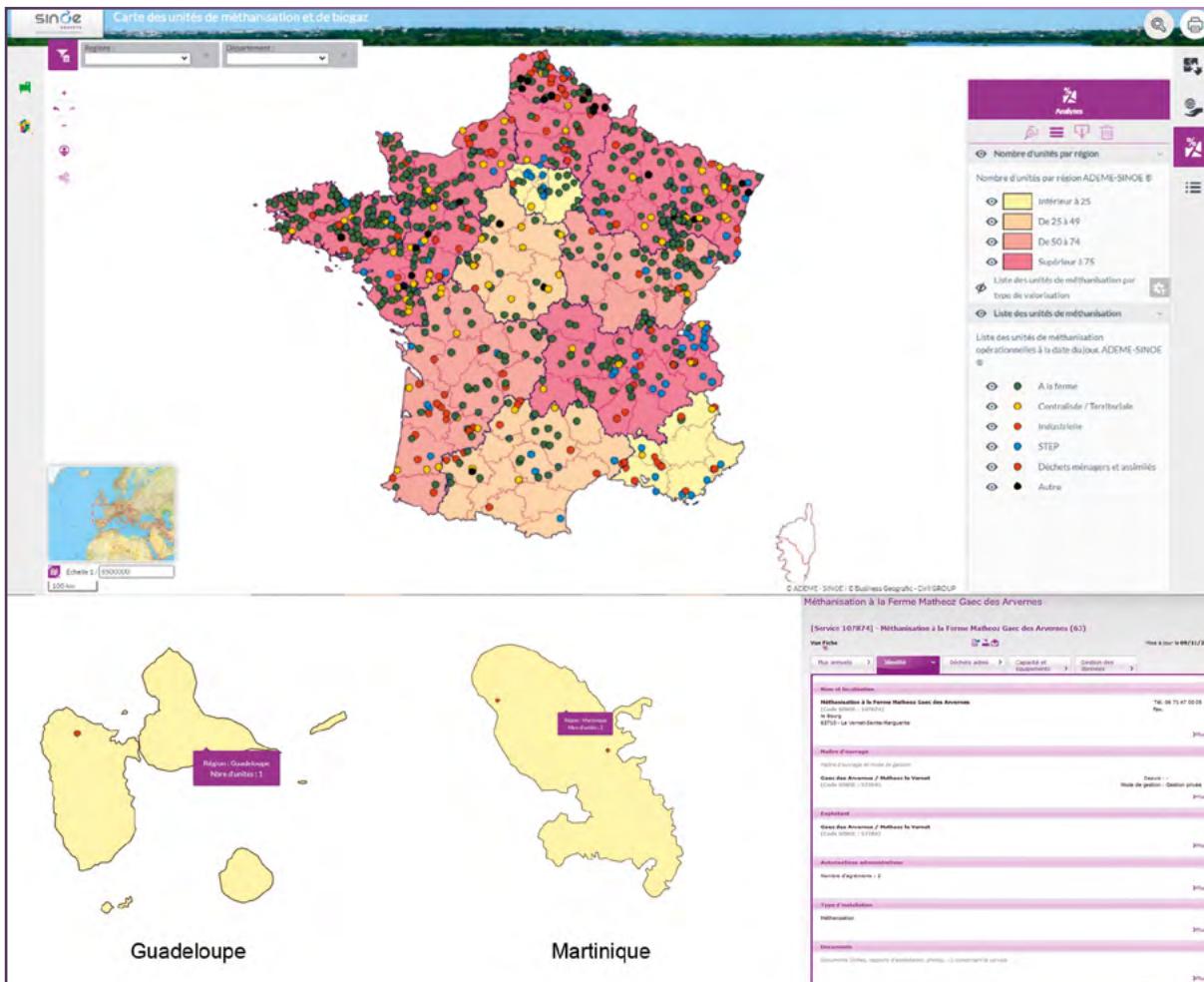
La méthanisation est en fort développement. Plus de 1 000 installations existent déjà sur le territoire national. Une consultation de la base de données Sinoe (sinoe.org), relatives

aux déchets et administrée par l'Ademe, montre que la majorité des installations sont des méthaniseurs à la ferme (58 %) et qu'ils se trouvent majoritairement dans les régions d'élevage. Néanmoins le maillage actuel couvre la quasi-totalité du territoire métropolitain (Figure 10).

En revanche dans les outre-mer, seuls les départements de la Guadeloupe et la Martinique sont équipés de telles installations. Le territoire guyanais ne dispose actuellement pas des infrastructures de traitement adéquates pour la méthanisation des végétaux. En Nouvelle-Calédonie, une étude sur le potentiel développement de la méthanisation a été publiée par l'Ademe (2018) et des unités de micro-méthanisation commencent à être mises en place.

Visualisation cartographique des installations de méthanisation recensées et exemple de contenu des fiches disponibles en ligne. © sinoe.org

FIGURE 10



X - LIMITES

La principale limite au développement du traitement des déchets de plantes exotiques envahissantes par la méthanisation concerne en particulier le faible nombre actuel d'expérimentations réalisées sur la survie des parties végétatives ou la capacité de germination des graines de plantes exotiques envahissantes ayant subi un processus de méthanisation. Faute de données validées qui permettraient de préciser les conditions de sécurité du traitement, et même si les différentes réactions chimiques ayant lieu lors du processus semblent indiquer une destruction des diaspores, les risques de dissémination liés à leur présence dans le digestat doivent être pris en compte. Il est donc actuellement préconisé de ne pas inclure de plantes ayant produit des fleurs ou des graines s'il n'existe aucun retour d'expérience concernant l'effet de la méthanisation sur la survie des graines ou parties végétatives susceptibles de permettre à l'espèce de se répandre lors de la valorisation du digestat. Il est rappelé ici que la gestion des plantes exotiques envahissantes doit être privilégiée aux périodes où les risques de dissémination de l'espèce sont les plus faibles.

La majorité du digestat, voire du compost, étant épandu sur des parcelles agricoles, l'introduction accidentelle de diaspores d'EEE par ces apports sur les parcelles agricoles ne doit pas être contreproductive et participer à une dispersion de l'espèce au-delà des zones où elle est déjà présente.

Au cours d'opérations d'arrachage mécanique, d'importants volumes de terre restants et autres résidus inertes (gravats, plastiques, etc.) peuvent être mêlés aux déchets végétaux et poser des difficultés, au moment de leur intégration dans le digesteur, soit en endommageant l'installation, soit en empêchant l'activité bactérienne. Cela concerne également l'apport de plantes aquatiques où la présence de sédiments est fréquente dans les déchets résultant d'opérations d'arrachage. Les exploitants n'acceptent donc généralement pas la présence d'éléments inorganiques mélangés aux biodéchets.



- PRÉCAUTIONS DE MISE EN ŒUVRE

Il est nécessaire de s'assurer que l'installation vers laquelle sont envoyés les déchets est bien une installation soumise à la réglementation sur les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), afin qu'elle respecte les obligations réglementaires de protection de l'environnement et de la santé humaine. Ces informations peuvent être recherchées sur le site Sinoe, sur le site internet de chaque préfecture ou directement auprès de l'exploitant de l'installation.

En présence d'un retour d'expérience positif de méthanisation sur une espèce, il faudra bien s'assurer que le processus mis en œuvre sur l'installation choisie pour réaliser le traitement est comparable à celui ayant fait l'objet du retour d'expérience. En effet, selon le mode de traitement, par voie sèche ou voie humide, en condition mésophile ou thermophile, ou selon la durée du processus, les capacités de survie des diaspores peuvent différer.

- CONDITIONS D'ADMISSIBILITÉ

Par principe de précaution, les plantes exotiques envahissantes ayant atteint le stade fructification ou dont les parties aériennes ou racinaires sont susceptibles d'être un moyen de propagation ne sont généralement pas admises dans les installations de méthanisation. Elles peuvent être acceptées à la condition qu'une expérimentation préalable ait permis de définir des conditions d'inhibition de la germination par le processus de méthanisation et ait fait l'objet d'une publication. En l'absence de ces informations, ces plantes devront être

envoyées vers une unité d'élimination (incinération) ou une autre unité de valorisation pour laquelle une étude attestera de la destruction du pouvoir de dissémination de l'espèce.

Risquant d'altérer le processus de méthanisation, les chargements comportant une part trop importante de terres ou de sédiments pourront être refusés. De même, les espèces ligneuses sont souvent refusées sur les installations de méthanisation classique.

- EXEMPLES D'EXPÉRIMENTATIONS DISPONIBLES

Quelques expériences sur la valorisation des déchets ont fait l'objet de retours détaillés disponibles sur le site internet du Centre de ressources EEE. Pour y accéder, consulter la rubrique « Expériences de gestion » du site internet : <http://especes-exotiques-envahissantes.fr/fiches-exemples/>



Le tableau p. 112 synthétise par espèce les informations disponibles sur les températures et conditions de méthanisation. Une version numérique régulièrement mise à jour est disponible à l'adresse http://especes-exotiques-envahissantes.fr/guide-technique-dechets_pee_tableau/.

PLANTES AQUATIQUES

Le Département de Loire-Atlantique a réalisé en 2014 des expérimentations pour tester le pouvoir méthanogène de deux plantes aquatiques (Pineau *et al.*, 2017). Trois échantillons ont été analysés (jussie, jussie compostée et Égérie dense). La jussie montrait un meilleur pouvoir méthanogène que l'Égérie dense, la jussie compostée perdant beaucoup de son pouvoir méthanogène. Les pouvoirs méthanogènes des plantes aquatiques sont généralement faibles, mais le méthane extractible de leur matière sèche est cependant jugé intéressant. Dans les conclusions de l'étude il était envisagé la piste d'un ensilage (non-dégradation des chaînes carbonées) pour concentrer la matière sèche, mais la faisabilité technique reste encore à explorer. Au Japon, les chercheurs étudient la possibilité d'un prétraitement par la vapeur de la Jussie à

grandes fleurs pour maximiser son rendement en méthane (Bhatia *et al.*, 2020 et 2021).

PLANTES TERRESTRES

Dans le cadre d'un projet de méthanisation collective, le Département de l'Isère et le Comité de territoire de la Boucle du Rhône en Dauphiné ont souhaité déterminer l'influence qu'aura ce type de traitement sur la reprise de végétation de tiges et de rhizomes de Renouée du Japon (*Reynoutria japonica*), ainsi que sur la germination de graines de Renouée du Japon, de Rumex, d'ambroisie et de Sorgho (Sarrazin, 2017). Les tests de germination réalisés sur les graines récoltées après méthanisation ont révélé que la méthanisation inhibait le pouvoir germinatif des quatre espèces. Ces expéri-

mentations ont également permis de mesurer la production de méthane dans différentes conditions (Tableau 4).

L'association Synergie Plantes Invasives Grand Est (SPIGEST), avec l'Université de Lorraine-ENSAIA a montré l'innocuité des rhizomes des tiges et des graines de Renouée du Japon après un traitement de méthanisation. Les mêmes conclusions ont été trouvées pour les graines d'ambroisie et le Séneçon du Cap. Leur étude sur l'impact de la méthanisation de l'Ambroisie à feuilles d'armoise (Belin *et al.* 2019) a pu montrer qu'une durée minimale de 30 jours est généralement nécessaire pour inhiber la germination. Pour une température élevée (environ 20 °C), l'inhibition de la germination des graines d'ambroisie se fait à partir de 15 jours de séjour, tandis que pour des

températures plus froides (5-10 °C), un délai de 30 jours est nécessaire.

Une autre étude en laboratoire sur le potentiel méthanogène de quatre plantes exotiques envahissantes a été menée par Van Meerbeek *et al.* (2015) dont les résultats sont partiellement retracés ci-dessous (Figure 11). Les tests de germination associés à cette étude ont montré que toutes les diaspores avaient perdu leur viabilité après digestion (Figure 12).

Les travaux menés en Suisse par Fuchs (2017) montrent des résultats similaires sur le Souchet comestible (*Cyperus esculentus*) et la Renouée du Japon lors d'essais de méthanisation dans le réacteur de laboratoire ZHAW, Wädenswil (ZH) et avec le système Komposterm, Sugiez (FR).

TABLEAU 4

Potentiel méthanogène mesuré dans l'étude de INSAVALOR (d'après Sarrazin, 2017).

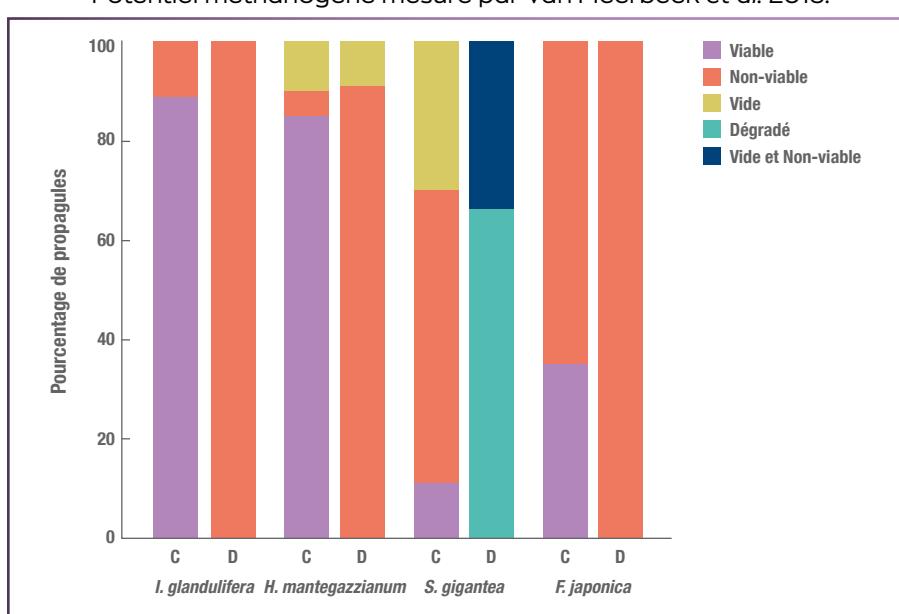
MATIÈRE SÈCHE (MS)	MÉTHANISATION 30 JOURS		MÉTHANISATION 70 JOURS	
	Production méthane (NL/kg MB)	Production méthane (NL/kg MS)	Production méthane (NL/kg MB)	Production méthane (NL/kg MS)
Rumex (graines)	85.68 %	64.0	74.0	13.3
Renouée (graines)	89.84 %	200.0	222.6	318.4
Renouée (tiges)	17.79 %	37.4	210.2	43.8
Renouée (rhizomes)	32.74 %	35.4	108.3	57.4
Ambroisie (graines)	91.35 %	122.5	134.1	
Sorgho (graines)	90.00 %	225.3	250.3	

Potentiel méthanogène mesuré par Van Meerbeek *et al.* 2015.

FIGURE 11

	BIOMASSE (T MS/HA)	CONTENU EN EAU (%)	PRODUCTION MÉTHANE (NL/KG MS)
Berce du Caucase <i>Heracleum mantegazzianum</i>	6.04	87.93	138.91
Balsamine de l'Himalaya <i>Impatiens glandulifera</i>	5.78	92.71	220.09
Renouée du Japon <i>Reynoutria japonica</i>	8.61	78.59	278.56
Solidage géant <i>Solidago gigantea</i>	8.64	64.34	217.12

FIGURE 12



CE QU'IL FAUT RETENIR

La méthanisation est un procédé biologique de valorisation de la matière organique basé sur une transformation anaérobiose de la matière. Elle se déroule principalement par voie liquide, pour des déchets contenant moins de 20 % de matière sèche. Les plantes exotiques envahissantes pouvant être méthanisées sont principalement des herbacées, à faible teneur en lignine, à dégradation rapide et à fort pouvoir méthanogène. Ces déchets doivent être exempts de quantités importantes de terre et de sédiments, ce qui limite le recours à la méthanisation pour les plantes aquatiques exotiques envahissantes extraites lors d'interventions d'arrachage.

Malgré un fort développement, la méthanisation appliquée aux plantes exotiques envahissantes est encore très peu expérimentée et les informations disponibles sur l'innocuité du digestat produit sont très insuffisantes. Ce digestat étant épandu ou composté, il convient de s'assurer que les graines et diaspores de plantes exotiques envahissantes aient bien été détruites par le processus de méthanisation. À ce titre, il est conseillé de soumettre à ce processus seulement des plantes ne contenant pas de graines ou d'organes susceptibles de se reproduire végétativement ou ayant fait l'objet d'études permettant d'assurer l'absence de potentiel de reprise.



– SOURCES DE LA FICHE

ADEME (2015). *Méthanisation. Fiche technique*. Version mise à jour février 2015. Service Prévention et Gestion des Déchets. Direction Consommation Durable et Déchets - ADEME Angers. 19 p.

ADEME (2019). *La méthanisation en 10 questions. Produire de l'énergie à partir des déchets organiques*. Collection clé pour agir. Edition octobre 2019. 11 p.

BELIN, L., BERSONNET, G., BIDON, P., DAO, E. SCHERRER, G. & THIEBAUT, J. (2019). *Étude de l'inhibition du pouvoir germinatif de graines d'ambroisie par la méthanisation. Peut-on valoriser en méthanisation les surfaces végétales envahies par l'ambroisie*. Présentation. Université de Lorraine, ENSAIA. 22 p.

BHATIA, P., FUJIWARA, M., BAN, S., & TODA, T. (2020). *Effect of steam explosion pre-treatment on methane generation from Ludwigia grandiflora*. Biomass and Bioenergy, 142, 105771.

BHATIA, P., FUJIWARA, M., SALANGSANG, M. C. D., QIAN, J., LIU, X., BAN, S., ... & TODA, T. (2021). *Effect of Semi-Continuous Anaerobic Digestion on the Substrate Solubilisation of Lignin-Rich Steam-Exploded Ludwigia grandiflora*. Applied Sciences, 11(10), 4452.

FUCHS, J. (2017). *Etude de la survie du souchet comestible (Cyperus esculentus) et de la renouée du Japon (Reynoutria japonica) lors du compostage et de la méthanisation*. Rapport Final. FiBL Schweiz / Suisse. 22 p.

PINEAU, C., LE BOURHIS, P. ET DELHOM, E. (2017). *Étude exploratoire des conditions de mise en place d'une filière de valorisation des biomasses issues des chantiers d'arrachage de plantes invasives dans la Centrale EDF de Cordemais - juin 2017*. Cerema Ouest. 53 p.

SARRAZIN, B. (2017). *Etude de l'influence de la méthanisation sur la reprise végétative de la germination de graines de plantes invasives*. Rapport de synthèse des études menées en 2016 et 2017. PROVADEMSE (INSAVALOR). Juillet 2017. 30 p.

VAN MEERBEEK, K., L.APPELS, R.DEWIL, A.CALMEYN, P.LEMMENS, B.MUYS, M.HERMY. (2015). *Biomass of invasive plant species as a potential feedstock for bioenergy production*. Biofuels, Bioproducts and Biorefining 9: pp. 273–282

LE COMPOSTAGE INDUSTRIEL

FILIÈRE DE VALORISATION



– DESCRIPTION GÉNÉRALE DU PROCÉDÉ

Le compostage industriel est un procédé biologique de valorisation de la matière organique, basé sur une transformation aérobiose de la matière (à la différence de la méthanisation où la transformation se déroule en condition anaérobiose). Cette transformation se fait grâce à l'activité de microorganismes qui, en se développant en grande quantité grâce à la présence

d'oxygène, vont faire monter la température de la matière, entraînant son hygiénisation. Le produit de cette transformation est le compost. Riche en éléments organiques, le compost peut ensuite être utilisé comme fertilisant par les agriculteurs, pépiniéristes, services des espaces verts des collectivités ou particuliers.



Plateforme de compostage industriel. © Communauté d'agglomération de l'Albigeois



– CADRE LÉGISLATIF

Les plateformes de compostage sont régies par le Code de l'environnement et la réglementation des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). Elles sont soumises à la rubrique 2780 de la nomenclature des ICPE. Selon la quantité de matière

traitée par l'installation, l'exploitation d'une installation peut être soumise à déclaration, enregistrement ou autorisation par les services de l'État. Des sous-rubriques existent, selon le type et la quantité de matière entrant dans le processus de compostage (voir tableau 5).

TABLEAU 5

Nomenclature déterminant le classement des installations de compostage selon la rubrique 2780
(Source : Ineris)

COMPOSTAGE DE MATIÈRE VÉGÉTALE OU DÉCHETS VÉGÉTAUX, D'EFFLUENTS D'ÉLEVAGE, DE MATIÈRES STERCORAIRES⁸

La quantité de matières traitées étant supérieure ou égale à 75 t/j *Régime en vigueur* ➤ **Autorisation**

La quantité de matières traitées étant supérieure ou égale à 30 t/j mais inférieure à 75 t/j *Régime en vigueur* ➤ **Enregistrement**

La quantité de matières traitées étant supérieure ou égale à 3 t/j mais inférieure à 30 t/j *Régime en vigueur* ➤ **Déclaration**

COMPOSTAGE DE FRACTION FERMENTESCIBLE DE DÉCHETS TRIÉS À LA SOURCE OU SUR SITE, DE BOUES DE STATION D'ÉPURATION DES EAUX URBAINES, DE PAPETERIES, D'INDUSTRIES AGROALIMENTAIRES, SEULS OU EN MÉLANGE AVEC DES DÉCHETS ADMIS DANS UNE INSTALLATION RELEVANT DE LA RUBRIQUE 2780-1

La quantité de matières traitées étant supérieure ou égale à 75 t/j *Régime en vigueur* ➤ **Autorisation**

La quantité de matières traitées étant supérieure ou égale à 20 t/j mais inférieure à 75 t/j *Régime en vigueur* ➤ **Enregistrement**

La quantité de matières traitées étant supérieure ou égale à 2 t/j mais inférieure à 20 t/j *Régime en vigueur* ➤ **Déclaration**

COMPOSTAGE D'AUTRES DÉCHETS

La quantité de matières traitées étant supérieure ou égale à 75 t/j *Régime en vigueur* ➤ **Autorisation**

La quantité de matières traitées étant inférieure à 75 t/j *Régime en vigueur* ➤ **Enregistrement**

Des arrêtés ministériels déterminent les prescriptions générales du régime applicable à chaque installation :

• **Régime de la déclaration :** Arrêté du 12/07/11 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées de compostage soumises à déclaration sous la rubrique n° 2780,

• **Régime de l'enregistrement :** Arrêté du 20/04/12 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées de compostage soumises à enregistrement sous la rubrique n° 2780,

• **Régime de l'autorisation :** Arrêté du 22/04/08 fixant les règles techniques auxquelles doivent satisfaire les installations de compostage ou de stabilisation biologique aérobio soumises à autorisation en application du titre I^{er} du livre V du Code de l'environnement.

Ces arrêtés déterminent notamment les conditions d'acceptabilité des déchets entrants, les dispositions à prendre pour limiter le bruit, les vibrations, les odeurs, mais également les seuils à ne pas dépasser pour les rejets d'eau dans le milieu naturel ou encore la durée de conservation des documents administratifs, liés à l'entrée et à la sortie des matières. Ils déterminent également les normes de transformation à respecter dans le cadre du process de compostage selon le procédé mis en œuvre.



8 Voir glossaire

TABLEAU 6

Synthèse des obligations liées au process des installations de compostage industriel

PROCÉDÉ	PROCESS
Compostage avec aération par retournements.	<ul style="list-style-type: none"> • Trois semaines de fermentation aérobiose au minimum. • Au moins trois retournements. • Trois jours au moins entre chaque retournement. • 55 °C au moins pendant une durée minimale totale de soixante-douze heures.
Compostage en aération forcée.	<ul style="list-style-type: none"> • Deux semaines de fermentation aérobiose au minimum. • Au moins un retournement (opération de retourne après fermentation aérobiose suivie d'une remontée de température à 50 °C pendant vingt-quatre heures). • 55 °C au moins pendant une durée minimale totale de soixante-douze heures.

Les installations sont suivies par l'Inspection des installations classées de la Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Dreal), et peuvent être contrôlées à tout moment pour vérifier le respect de leur arrêté préfectoral d'autorisation d'exploitation ou, à défaut, l'arrêté ministériel.

Selon leur constitution, pour être commercialisés, les amendements produits par process de compostage doivent obligatoirement répondre à l'une des normes suivantes :

- **NF U 44-051** : amendements organiques produits uniquement à partir de matière animale ou végétale ;
- **NF U 44-095** : composts contenant des matières d'intérêt agronomique, issues du traitement des eaux.

Il est également possible d'élaborer des produits fertilisants à base de compost et répondant à la norme sur les supports de culture :

- **NF U 44-551** : supports de culture.

Ces textes et leurs amendements sont disponibles auprès de l'Association française de normalisation (AFNOR).

Ces normes fixent les dénominations, les définitions et spécifications, le marquage, les teneurs à déclarer et les doses limites d'emploi des amendements organiques avec et sans engrais. Elles définissent par exemple pour chaque lot :

- le ratio de matière organique par rapport à la matière sèche,
- les flux et teneurs limites en éléments traces métalliques (métaux),
- les valeurs limites en agents pathogènes (bactéries),
- les valeurs limites en inertes et impuretés (plastique, verre, métaux),
- les flux et teneurs limites en composés traces organiques.

Les normes déterminent la fréquence à laquelle chacune des analyses doit être réalisée selon le tonnage produit annuellement par l'unité de production.

Elles déterminent également l'ensemble des informations devant figurer sur les étiquettes, emballages ou documents d'accompagnement de chaque lot commercialisé.



– DESCRIPTION TECHNIQUE

Quelle que soit la taille de la plateforme, le type de déchet traité et les différentes techniques mises en œuvre, la succession des étapes suivantes est commune à toutes les installations.

LA RÉCEPTION DES DÉCHETS

À l'entrée du site, le véhicule apportant les déchets est réceptionné pour un contrôle de radioactivité, la pesée du tonnage entrant, un contrôle visuel du déchet et l'enregistrement d'un certain nombre d'informations (date de réception, identité du transporteur et celle du producteur, quantité reçue, nature et caractéristiques des déchets, etc.).

Si le déchet est autorisé à entrer sur site, il est alors déchargé sur une aire dédiée. Le contrôle visuel du déchargement permet également de retirer tout élément de taille trop importante,

tel que des troncs ou des branches de grande taille pouvant causer des dégâts lors de l'étape suivante, ou tout autre déchet ne rentrant pas dans le processus de compostage.

La plupart des installations de traitement des déchets disposent d'un bassin de rétention permettant de recueillir les lixiviats et les eaux de pluie, qui limitent ainsi le risque de dispersion de diaspores vers le milieu naturel via le ruissellement. Un suivi du bassin peut alors être nécessaire pour les structures réceptionnant des espèces aquatiques susceptibles de coloniser ces milieux, en veillant à vérifier l'absence de leur développement. Le risque pour l'environnement reste toutefois limité comme il s'agit de plans d'eau confinés et contrôlés, sauf en cas d'occupation humaine et de passage d'animaux, pouvant servir de vecteur pour le transport des diaspores.

Dépôt de Renouée du Japon par le Syndicat de l'Orge dans le cadre d'une expérimentation de compostage avec Zymovert compostière. © Syndicat de l'Orge



LE BROYAGE ET LA MISE EN ANDAIN

Le broyage est une étape indispensable dès que des déchets verts entrent sur une installation. En effet, certains éléments ligneux sont de taille trop importante et de formes trop grossières pour entrer tels quels dans le processus de compostage. Le broyage permet d'obtenir des fragments de petite taille permettant l'augmentation de la surface accessible aux microorganismes qui vont entrer en jeu dans la transformation de la matière. La plupart des broyeurs utilisés sur les plateformes industrielles sont des broyeurs à marteaux, qui éclatent et déchiquètent les morceaux de bois dans le sens de leur longueur, ce qui offre une surface plus importante aux micro-organismes responsables du compostage que lorsqu'ils sont broyés avec des broyeurs à couteaux (Ademe, 2015). Les broyeurs à couteaux sont surtout conçus pour de la végétation herbacée. Selon les espèces concernées, un type de broyeur peut être mieux adapté qu'un autre. Par exemple pour des ligneux tels que le Robinier faux-acacia (*Robinia pseudoacacia*) ou le Séneçon en arbre, le broyeur à marteaux

est tout à fait adapté tandis que pour des renouées, les broyeurs à couteaux semblent plus efficaces.

S'ils ne sont pas correctement nettoyés et qu'ils sont ensuite déplacés vers un autre site, les broyeurs peuvent constituer un facteur de dissémination des diaspores. Un « broyage de nettoyage » avec des déchets verts issus de plantes indigènes peut être réalisé à des fins de sécurisation à l'issue du broyage d'EEE.

Le broyage est une étape qui permet également de mélanger les différents types de déchets entrants (produits de tonte, de taille par exemple) pour obtenir un produit homogène. C'est le mélange des déchets verts qui favorisera l'activité microbienne et la qualité du compost final.

À la sortie du broyeur, les déchets verts sont mis en andain ou en réacteur fermé selon le type d'installation. Les andains sont des tas d'environ 3 mètres de hauteur pour 5 mètres de largeur dans lesquels se produira la fermentation.

Broyage et mélange des renouées avec d'autres déchets verts. © Syndicat de l'Orge



LA FERMENTATION

La phase de fermentation (ou phase thermophile) correspond à la montée en température de l'andain (Figure 13). Elle a une durée de quelques semaines. L'activité bactériologique est à son maximum et entraîne la dégradation de la matière organique et tout particulièrement de la cellulose. Afin de favoriser cette activité biologique, une humidité proche de 60 % dans la phase initiale est nécessaire, tout comme l'application de deux méthodes pouvant être utilisées séparément ou conjointement :

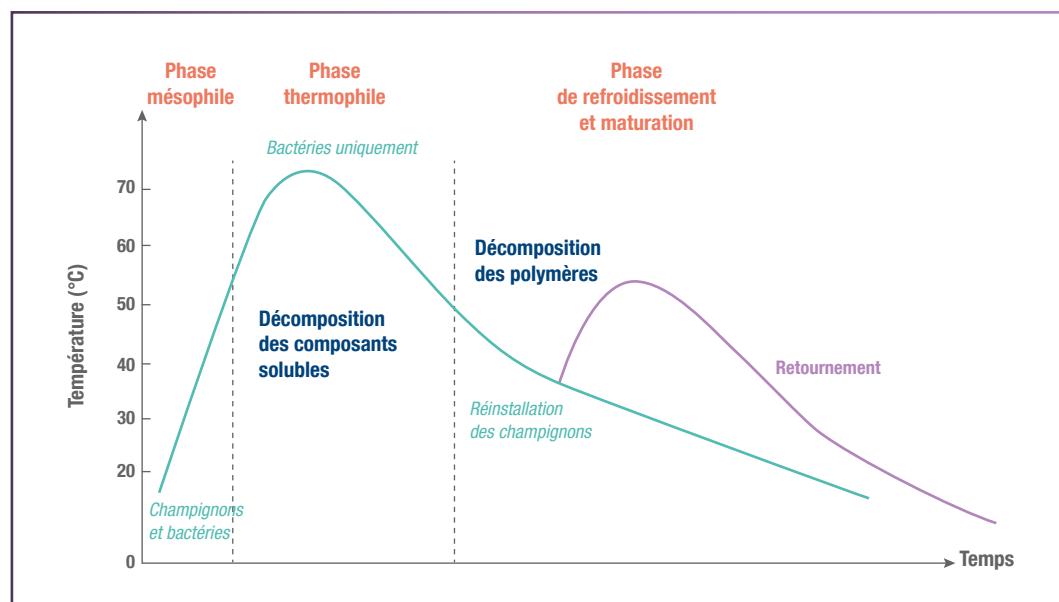
- **le retournement** : il consiste à retourner l'andain à plusieurs reprises afin d'homogénéiser la matière et la montée en température, mais aussi de permettre une aération ;
- **l'aération forcée** : elle consiste à insuffler de l'air dans l'andain, le plus souvent par un réseau d'aération se trouvant au niveau du sol.

Afin de garantir l'humidité des andains, certaines plateformes procèdent à leur arrosage, après contrôle de ce taux d'humidité, notamment en période estivale.

Pour les compostages à petites et moyennes échelles, le retournement peut être effectué à l'aide d'un chargeur frontal ou d'une pelle portée par un tracteur ou une tractopelle. Le chargeur soulève les matériaux de l'andain et les déverse à nouveau, mélangeant ainsi les matières et réinstallant le mélange dans un andain plus aéré.

C'est lors de cette phase que la température doit atteindre un minimum de 55 °C durant une période de 72 heures afin d'hygiéniser la matière. Lors de la phase de fermentation (phase thermophile) l'activité biologique des bactéries thermophiles peut augmenter la température du compost jusqu'à 60, voire 80 °C (Misra *et al.*, 2005). Cette phase est aussi déterminante dans la destruction du pouvoir germinatif des graines. Le retournement doit permettre à ce que l'ensemble de l'andain atteigne une température minimale de 55 °C, sans quoi certaines parties moins chauffées que d'autres pourraient contenir des graines non détruites. Les petits andains, qui perdent rapidement de la chaleur, sont donc moins adaptés aux traitements d'espèces envahissantes car ils risquent de ne pas atteindre une température suffisamment élevée pour détruire les graines.

Évolution de la température lors des différentes phases de compostage
(adapté d'après Barthod *et al.*, 2018a)





LA MATURATION

Lors de la phase de maturation, les bactéries laissent la place aux champignons. La température de l'andain diminue. L'action des champignons va stabiliser la matière organique pour la transformer en composés humiques, produits recherchés par la mise en œuvre de processus de compostage. Cette phase dure de quelques semaines à plusieurs mois, selon les capacités de stockage de l'installation et de la qualité attendue du compost. Plus longue est la phase de maturation, plus le compost sera de qualité.

LE CRIBLAGE

Cette étape mécanique consiste à séparer du compost les éléments grossiers qui ne se seraient pas dégradés, du compost. La maille du crible peut être adaptée selon la finalité du compost produit. Pour un conditionnement et une vente au particulier, la maille sera plus fine que pour un compost dont l'objectif est l'épandage sur parcelle agricole.

Le refus de crible (éléments grossiers) est ensuite réutilisé en tant que structurant pour un nouveau lot de compost.

LA CARACTÉRISATION ET LES ANALYSES DU COMPOST

Avant de pouvoir être commercialisé ou épandu, le compost doit faire l'objet d'analyses, conformément aux normes obligatoires s'y appliquant. Elles précisent les éléments devant être analysés, mais aussi les valeurs limites de certains composés (éléments traces métalliques, bactéries, etc.). Un compost qui n'est pas aux normes ne pourra pas être commercialisé en tant que tel.

COMMERCIALISATION ET ÉPANDAGE

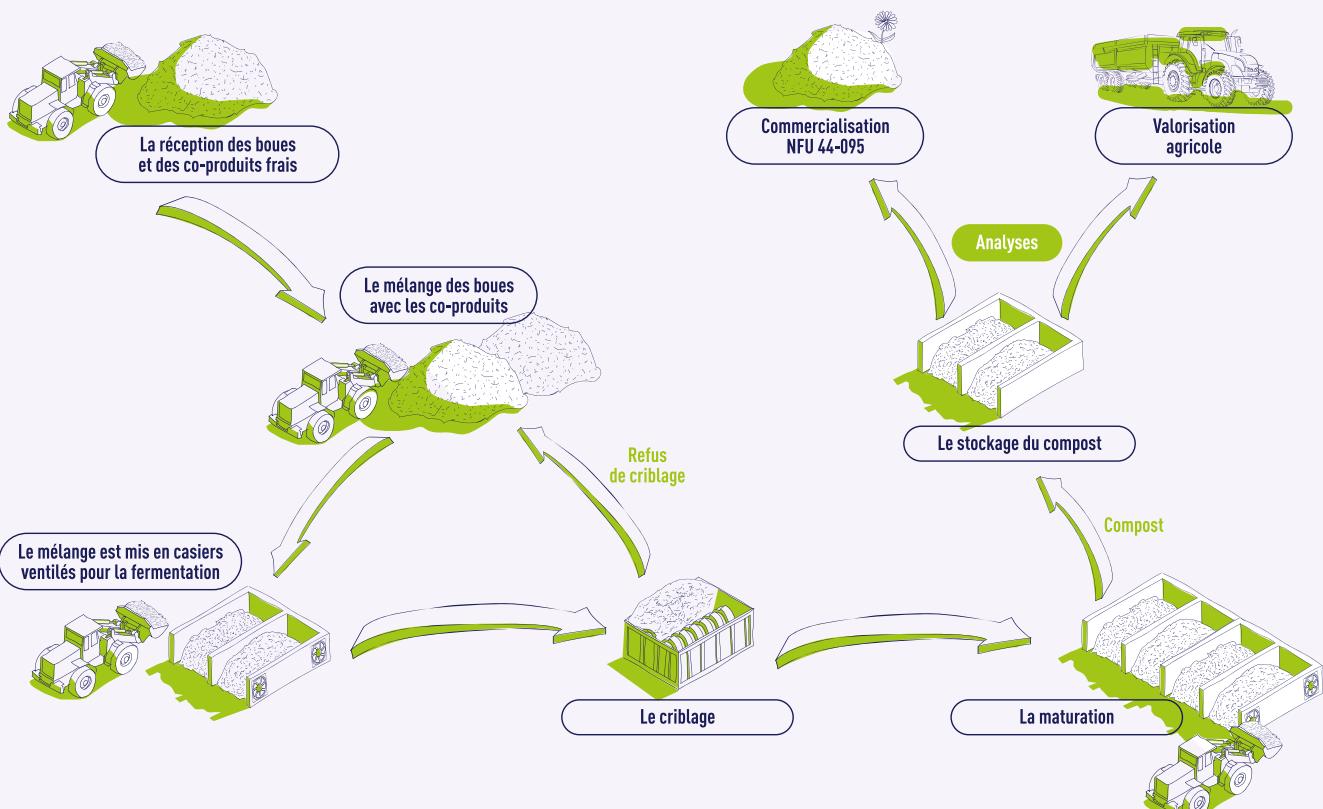
Le plan d'épandage est obligatoire pour les exploitations relevant du régime des ICPE et doit contenir une étude préalable sur les caractéristiques des boues, du sol et leur aptitude à l'épandage. Une fois les résultats d'analyses reçus et conformes, le compost peut être épandu dans le cadre des plans d'épandage des installations. Les agriculteurs concernés utilisent le compost pour améliorer la structure des sols mais également comme fertilisant. Il représente aujourd'hui un substitut important aux amendements minéraux.

En 2006, l'Ademe indiquait que 62 % du compost produit était utilisé en agriculture, de façon quasi exclusive par le secteur des grandes cultures (92 %). Les autres destinations des composts sont les collectivités (services espaces verts), les particuliers (via

les amendements du commerce, et la mise à disposition aux particuliers depuis les déchetteries), la végétalisation (autoroutes, voies ferrées, pistes de ski, réhabilitation de carrières, etc.) (Ademe, 2015).



Schéma de synthèse d'un processus de compostage. © SUEZ RV





– DÉCHETS CIBLES

D'un point de vue réglementaire, les déchets de plantes exotiques envahissantes sont considérés comme des déchets verts (voir partie réglementation). À ce titre, les installations de compostage sont autorisées à traiter ce type de déchets. Le code correspondant à la liste de codification des déchets (Annexe II de l'article R. 541-8 du CE) pour les déchets concernés par les opérations de gestion de plantes exotiques envahissantes est le 02 03 01 (voir nomenclature, p. 14).

Si la plupart des plantes herbacées peuvent se composter plus ou moins facilement, il n'en

est pas de même pour les arbres et arbustes aux feuillages persistants et coriaces comme le Laurier-palme (*Prunus laurocerasus*) et le Rhododendron pontique (*Rhododendron ponticum*). La matière organique résistant à la décomposition est qualifiée de récalcitrante. Une litière récalcitrante peut également être due à une acidité de la matière organique apportée, qui défavorise l'activité des microorganismes du sol et donc la décomposition de la matière organique et son humification.



– AVANTAGES

Le compostage est un exutoire fréquemment utilisé pour la valorisation des déchets verts en général, mais également des déchets de plantes exotiques envahissantes. Il favorise le retour au sol de la matière organique et contribue au maintien de la fertilité des sols, grâce à la production d'amendements organiques à l'issue du processus. Lors de la phase de fermentation, il a été observé pour plusieurs espèces que la montée en température dans les andains permettait la destruction effective des diaspores et ainsi limitait fortement le risque associé de dissémination de l'espèce. Cela nécessite une montée en température homogène en tout point du compost, permise par le retournement lors de la phase de fermentation. Des études sont encore à mener pour un grand nombre d'espèces mais une meilleure connaissance de leurs propriétés germinatives permet de mieux mesurer le risque de dissémination.

Pour les plantes aquatiques très riches en eau, comme les hydrophytes⁹ et les amphibiies¹⁰ qui résistent mal à la dessication, leur utilisation

peut présenter des composants intéressants pour la réalisation du compost. En effet, leurs relatives richesses en eau et en azote permettent de les intégrer en compléments d'autres types de déchets tels que les résidus de taille de haie ou les déchets de scierie, moins riches en eau et en azote mais à la teneur en carbone plus importante.

Pour les gestionnaires, l'avantage principal du compostage des plantes exotiques envahissantes est son coût relativement peu élevé par rapport à d'autres traitements : soit environ 30 € par tonne de déchet admise en installation, contre parfois plus de 200 € la tonne pour l'incinération. Le second avantage est le maillage territorial déjà existant des installations de compostage. Très dense en métropole, il est plus hétérogène pour les collectivités d'outre-mer, dont certaines ne disposent d'aucune installation de compostage, ou d'un nombre plus limité (une plateforme pour Mayotte, plusieurs en Nouvelle-Calédonie, Polynésie française, Martinique, Guadeloupe, Guyane et La Réunion).

⁹ Voir glossaire

¹⁰ Voir glossaire



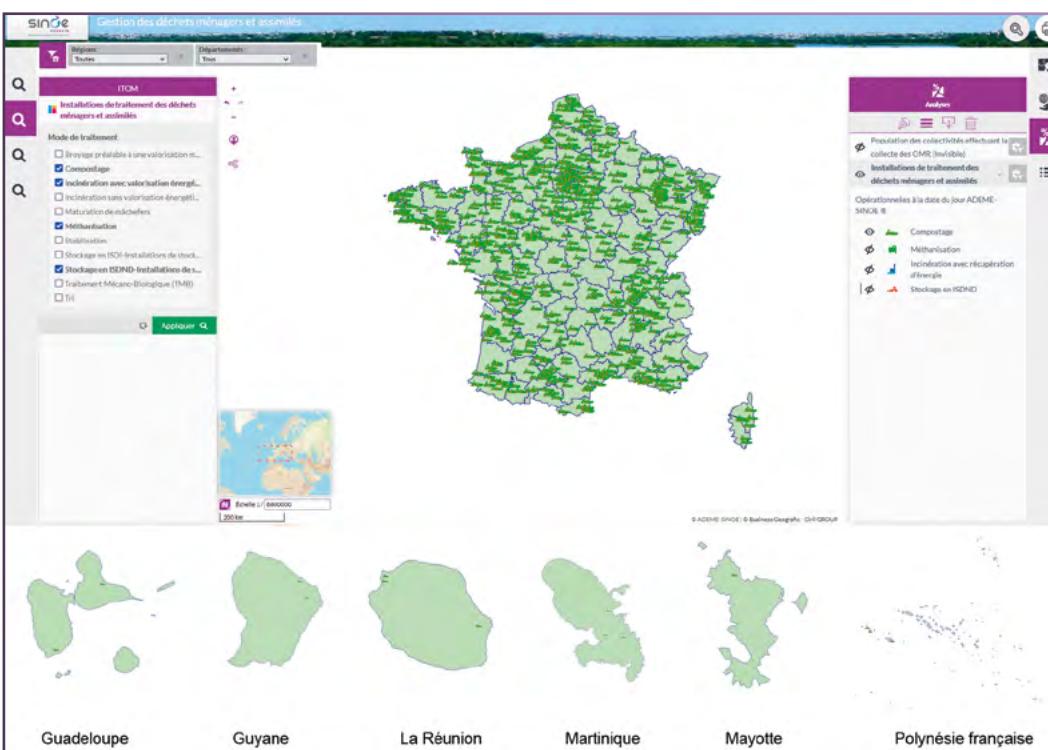
Le Myriophylle du Brésil se reproduit en métropole uniquement par reproduction végétative. Ne produisant pas de graines, le compostage de cette espèce peut être envisagé. © CEN Normandie

Plus de 700 installations sont ainsi recensées par la base de données relative aux déchets Sinoe, administrée par l'Ademe. Accessible à partir du site internet sinoe.org, cette base centralise les informations sur l'ensemble des installations de traitement et de valorisation des déchets. Une cartographie interactive accompagnée d'un annuaire permet de

localiser et de contacter les installations de compostage recensées. Des fiches descriptives permettent de connaître les déchets admis, la capacité du service et les équipements disponibles. Il est donc possible de localiser l'installation de compostage la plus proche du site d'intervention (Figure 15).

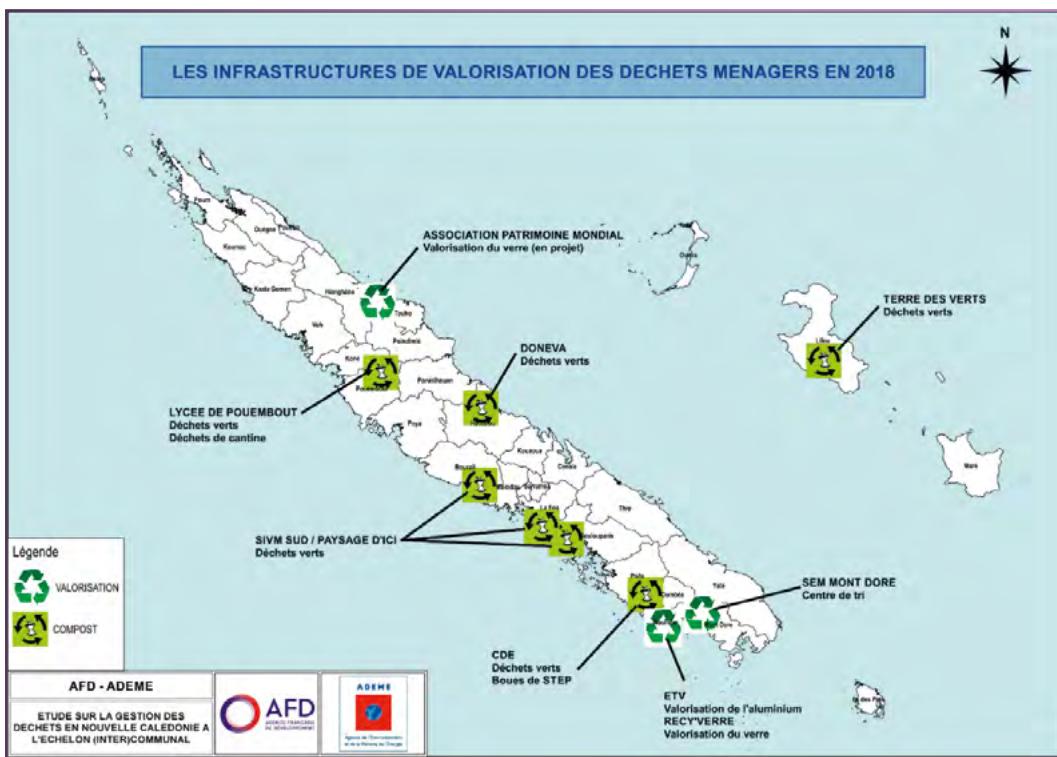
Visualisation cartographique des plateformes de compostage recensées et exemple de contenu des fiches disponibles en ligne. © sinoe.org

FIGURE 15



Les infrastructures de valorisation des déchets ménagers sur le territoire de Nouvelle-Calédonie en 2018. © [Agence française de développement \(AFD\) / ADEME](#)

FIGURE 16



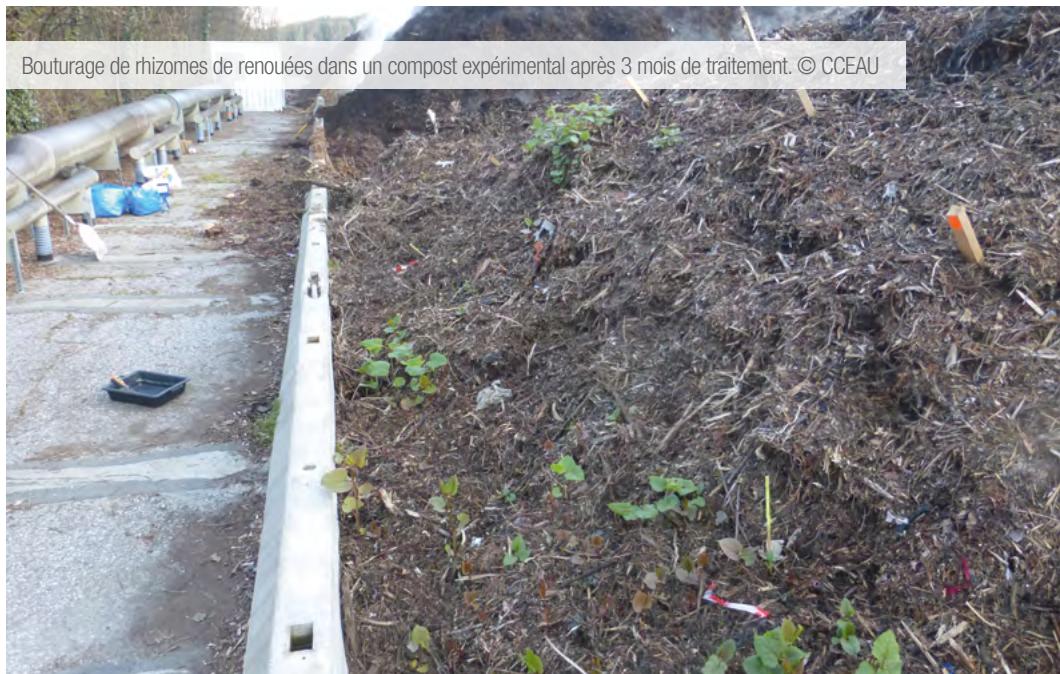
X - LIMITES

La principale limite à la valorisation des plantes exotiques envahissantes par leur compostage concerne le faible nombre d'expérimentations réalisées sur la capacité de dissémination et de reprise des diaspores à l'issue du processus de compostage. En raison des risques de dissémination liée à la présence de graines, il est préconisé de ne pas inclure de plantes ayant produit des fleurs ou des graines si aucun retour d'expérience n'existe sur le compostage de l'espèce visée d'où l'importance d'intervenir avant la période de fructification de l'espèce considérée. En l'absence de ces retours, des expérimentations devront être mises en place dans un objectif d'acquisition et de partage. Des précautions particulières doivent aussi être prises pour toutes les plantes qui forment facilement des boutures à partir de fragments de

tiges (par exemple, cornouillers, cotonéasters, renouées, spirées, vignes vierges, etc.).

Les espèces pyrophiles¹¹ doivent être traitées à part, car elles sont caractérisées par une reproduction favorisée par le passage du feu et donc de très hautes températures. Leurs graines, par la présence d'une cuticule très solide, sont susceptibles de résister à la chaleur du compostage. C'est le cas par exemple du Raisin d'Amérique (*Phytolacca americana*) ou des mimosas. Cette pratique est donc peu indiquée pour ce type de plante, et risque même de favoriser leur dispersion. C'est pourquoi, seules les parties non-fertiles des plantes pyrophiles ne devraient être apportées dans les structures de compostage, en attente d'un protocole permettant de garantir la destruction de tout potentiel dispersif.

11 Voir glossaire



La majorité du compost étant épandu sur des parcelles agricoles ou vendu à des pépiniéristes ou particuliers, voire utilisé pour de la végétalisation, l'introduction accidentelle de diaspores d'EEE par l'apport de compost ne doit pas être contreproductive et participer à une dispersion de l'espèce au-delà des zones où elle est déjà présente.

Produits au cours d'opérations d'arrachage mécanique, les volumes importants de terre restants et autres résidus inertes de type gravats et plastiques peuvent poser des

difficultés, notamment durant les étapes de broyage, puis de retourne et de mélange des tas, et oblige alors un processus plus long. Concernant l'apport de plantes aquatiques, la présence de sédiments, fréquente dans les déchets de plantes résultant d'opérations d'arrachage, est également défavorable au processus de compostage. En effet, la présence de terre ou de sédiments risque d'empêcher la bonne réalisation du processus de montée en température pour obtenir du compost dans les normes fixées.



- PRÉCAUTIONS DE MISE EN ŒUVRE

Il est nécessaire de s'assurer que l'installation vers laquelle est envoyée le déchet est bien une installation soumise à la réglementation sur les ICPE, afin qu'elle respecte les obligations minimales en termes de temps de compostage et de montée en température de façon homogène pour s'assurer de l'équivalence du processus comparé aux expérimentations publiées sur l'espèce.

Il est aussi important de s'assurer de l'inhibition de la germination des graines par le pro-

cessus de compostage. Cette vérification peut s'effectuer par une demande de traçabilité du compost, en réalisant sur lui un test de germination des plantes avant sa commercialisation ou son épandage. Néanmoins, cette pratique est risquée, car en cas de résultat positif, le lot de compost ne devrait plus être valorisable. Il est donc préférable de s'assurer en amont, grâce à une étude dédiée, de l'absence de risque de germination après compostage.

Pour les plantes aquatiques pouvant accumuler les métaux lourds, telles que la Jacinthe d'eau, il faudra veiller à ce que le compost ne soit pas, à long terme, une source de contamination des sols en métaux lourds.

Le bois ne doit pas être incorporé dans le compost car il sera refusé et risque d'abîmer les outils, mais aussi car il pourrait être valorisé d'une autre manière (bois de chauffage, bois d'œuvre, etc.). Cette précaution s'applique aussi pour tout autre déchet non organique.



– CONDITIONS D'ADMISSIBILITÉ

Par principe de précaution, les plantes exotiques envahissantes ayant atteint le stade de fructification ou dont les parties aériennes ou racinaires sont susceptibles d'être un moyen de propagation ne sont généralement pas admises sur les plateformes de compostage. Elles peuvent être acceptées à la condition qu'une expérimentation préalable ait permis de définir des conditions d'inhibition de la germination par le compostage, ou dans le cadre de la mise en place d'un protocole expérimental. En l'absence de ces informations, ces plantes devront être envoyées vers une unité d'élimination (incinération) ou une autre unité de valorisation pour laquelle une publication attestera de la destruction du pouvoir de dispersion de l'espèce.

Les chargements comportant une part trop importante de terres ou de sédiments ne

pourront pas être admis tels quels sur une plateforme de compostage, au risque d'altérer le processus de compostage en raison de l'intégration de matière non organique. Elle peut aussi entraîner des difficultés pour le bon retournement ou le mélange des andains.

Les espèces ligneuses doivent être broyées préalablement au compostage, pour pouvoir être dégradées plus facilement. Si le compost contient trop de déchets verts ligneux, son utilisation peut déboucher à moyen terme sur des problèmes de fertilité (Dragon-Darmuzey *et al.*, s.d.). Les branches et troncs de diamètre supérieur à 20 cm ne sont pas acceptés et, selon leur qualité, devront plutôt être réutilisés comme matière première, être valorisés en bois énergie pour produire de l'électricité ou recyclés sous forme de paillage, fabrication de pellets, etc.



– EXEMPLES D'EXPÉRIMENTATIONS DISPONIBLES

Quelques expériences sur la valorisation des déchets ont fait l'objet de retours détaillés disponibles sur le site internet du Centre de ressources EEE. Pour y accéder, consulter la rubrique « Expériences de gestion » du site internet : <http://especes-exotiques-envahissantes.fr/fiches-exemples/>



Le tableau p. 112 synthétise par espèce les informations disponibles sur les températures et conditions de compostage. Une version numérique régulièrement mise à jour est disponible à l'adresse http://especes-exotiques-envahissantes.fr/guide-technique-dechets_pee_tableau/.

PLANTES AQUATIQUES

Les hydrophytes¹² ne présentent pas de risques liés au compostage, car les parties végétatives des plantes strictement aquatiques ne survivent pas au stress thermique induit par l'arrachage ou la coupe, le transport et le compostage (Haury, 2005). Les amphibiens peuvent en revanche présenter des risques si l'augmentation de la température pendant le processus de compostage n'est pas suffisante pour détruire les tiges et racines (Haury, 2005). C'est par exemple le cas de la Crassule de Helms (*Crassula helmsii*), qui se développe immergée ou émergée, et peut survivre, exposée au soleil, après avoir été retirée de son milieu durant de longues périodes.

Plusieurs études sur le compostage des jussies exotiques (*Ludwigia grandiflora* et *L. peploides*) ont été réalisées. Des essais en laboratoire ont montré que la capacité germinative des graines était détruite à partir de 50 °C (Havet, 2003 ; IIBSN, 2003). La température d'un compost bien mené pouvant dépasser 70 °C, le risque de germination est donc vraisemblablement nul. Le pH très acide de ces produits peut nécessiter le mélange avec d'autre déchets pour initier le phénomène de compostage (Pineau *et al.*, 2017). La problématique du taux d'humidité n'est pas forcément un inconvénient dans cette solution, et peut même être parfois recherchée pour activer le processus de compostage (Debril, 2005). Cependant l'utilisation de matière encore humide peut augmenter de façon importante le coût de traitement.

Au Bénin, la Jacinthe d'eau est compostée de manière artisanale. Le traitement se fait sur une durée d'un mois au plus dans le cas de la jacinthe d'eau seule et d'un mois et demi dans le cas d'un mélange avec d'autres déchets verts (Koura *et al.*, 2019). Des expérimentations menées au Texas (Montoya *et al.*, 2013), ont montré qu'une température de 57 °C pendant 72 h était nécessaire pour détruire le potentiel germinatif des graines de Jacinthe d'eau.

PLANTES TERRESTRES

Les expériences de compostage de renouées montrent de bons résultats, sous réserve d'un traitement industriel maîtrisé, avec une montée en température et une homogénéisation suffisante du produit pour dévitaliser complètement les diaspores de la plante. Dans l'Essonne, le Syndicat de l'Orge indique qu'un maintien de la température à 70-80 °C est nécessaire pour garantir l'aseptisation du compost et dégrader la matière organique (Gouirand *et al.*, 2020). Lors des expérimentations menées en Savoie, il a été observé que la dessiccation des tiges de renouée est un processus beaucoup plus rapide que celui des rhizomes (Barthod *et al.*, 2018b).

Les recommandations établies par Barthod et Boyer (2017) dans leur rapport d'expérimentation sont les suivantes :

- Durée de traitement de 8 mois ;
- Deux retournements mécaniques ;
- Montées en température conséquentes et constantes à l'intérieur de l'andain : de l'ordre de 70 °C pendant le premier mois de traitement, puis supérieures à 55 °C après chaque retournement et pendant plusieurs jours consécutifs.

Des durées de compostage plus courtes peuvent également permettre un traitement efficace des rhizomes et parties aériennes de renouée, comme sur la plateforme Zymovert (5 mois de traitement - Gouirand *et al.*, 2020) et sur une plateforme de compostage d'AGRIVALOR Wittenheim (4 mois de fermentation aérobie et 2 mois de maturation - Lerch, 2015). Néanmoins, il est nécessaire de prendre en compte l'hétérogénéité des conditions de compostage et des études restent nécessaires pour valider des protocoles d'expérimentation fiables.

Les graines se situant en surface du tas, là où les températures sont moins élevées, peuvent également conserver une capacité de reprise jusqu'à 5 mois de traitement (Barthod *et al.*, 2018b). Comme pour les rhizomes, ce sont les retournements qui permettent d'éliminer toute

12 Voir glossaire

possibilité de germination ultérieure, en homogénéisant le tas de compost et en enfouissant les graines. Plusieurs retournements sont donc nécessaires pour une bonne homogénéisation des températures au sein de l'andain. L'expérimentation menée par le bureau d'étude Concept.Cours.d'EAU.SCOP a aussi permis de montrer qu'il était possible que des tiges de renouée bouturent à la surface de l'andain dans des zones restées plus froides et humides. Les auteurs précisent toutefois qu'il s'agit d'un phénomène relativement rare et éphémère et que dans l'essai mentionné, la tige bouturée n'a pas survécu plus d'une semaine (Barthod *et al.*, 2017)

D'autres expérimentations ont également été réalisées pour des espèces ligneuses telles que les acacias exotiques. Le compostage de feuilles et de branches d'*Acacia longifolia* et *Acacia melanoxylon*, préalablement broyées, a permis une destruction des graines à 65 °C avec un temps d'exposition de 420 jours (Brito *et al.*, 2013 et 2015).

CE QU'IL FAUT RETENIR

Le compostage est un processus permettant de valoriser la matière organique sous la forme de compost, qui sera ensuite utilisé pour amender les sols. Dans un objectif de commercialisation, le compost doit répondre à des normes strictes pour s'assurer de la qualité du produit final et du respect de l'environnement.

Il est important de s'assurer que l'installation vers laquelle est envoyée le déchet est bien une installation soumise à la réglementation sur les installations classées (ICPE), afin qu'elle respecte les obligations minimales en termes de temps de compostage et de montée en température.

La plupart des plantes exotiques envahissantes hydrophytes, amphibiennes ou terrestres ne présentant pas de graines ou de fleurs (ni rhizomes) peuvent être compostées dès lors que les températures pendant le process atteignent 55 °C pendant plus de 72 heures. Pour toutes les autres espèces, aquatiques ou terrestres gérées à un stade de développement présentant des fleurs, des graines ou d'autres organes permettant une reproduction végétative (rhizomes, etc.), le compostage est possible. Il faut cependant s'assurer que des expérimentations aient permis de définir des températures et des durées d'exposition permettant d'obtenir une dévitalisation complète des fragments végétatifs ou des graines du compost finalement produit et que le site de compostage où l'on envisage le traitement des déchets respecte ces conditions de traitement.



– SOURCES DE LA FICHE

ADEME. (2015). *Le compostage. Fiche technique Prévention/Gestion de proximité des biodéchets*. Septembre 2014, mise à jour novembre 2015. 20 p.

BARTHOD, L. ET BOYER, M. (2017). *Prévention du risque de dissémination des plantes invasives via la filière de valorisation des déchets verts par compostage - Etude de la survie des tiges, des rhizomes et des graines de renouées asiatiques intégrés dans un compost industriel, Concept*. Cours.d'EAU. 52 p.

BARTHOD, J., RUMPEL, C. ET DIGNAC, MF. (2018a). *Composting with additives to improve organic amendments*. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 38(2), pp. 1-23.

BARTHOD, L., BOYER, M. ET BLOTTIÈRE, D. (2018b). *Prévention du risque de dissémination des renouées asiatiques via le compostage industriel – Étude de la survie des tiges, rhizomes et graines (Savoie)*. Centre de ressources EEE. UICN Comité français et Agence française pour la biodiversité. Juillet 2018. 8 p. (http://especies-exotiques-envahissantes.fr/wp-content/uploads/2019/04/rex_renouees-asiatique-compost_vf.pdf, consulté le 10/11/2021)

BRITO, L. M., MOURÃO, I., COUTINHO, J. & SMITH, S. R. (2015). *Co-composting of invasive Acacia longifolia with pine bark for horticultural use*. *Environmental technology*, 36(13), pp. 1632-1642.

BRITO, L. M., MOURÃO, I., COUTINHO, J., & SMITH, S. (2013). *Composting for management and resource recovery of invasive Acacia species*. *Waste Management & Research*, 31(11), pp. 1125–1132.

DEBRIL, J., MATRAT, R., & HAURY, J. (2005). *Gestion des déchets de Jussie par le compostage*. DIREN des Pays de la Loire, UMR INRA Agrocampus EQHC, Rennes, 37 p.

DRAGON-DARNUZEY, S., JOUBERT, N. ET MARCANTONI, G. (s.d.) *Le point sur le compost. Note technique*. Agribio-var et Chambre d'agriculture du Var. 2 p.

EUGÈNE, M. (2013). *Recherche d'intérêt général relative à l'efficacité du compostage de plantes exotiques invasives*. Rapport final octobre 2013. Service public de Wallonie. 43 p.

GOUIRAND, M., FREUDENREICH, M. ET SINGH, C. (2020). *Expérimentation de compostage de renouées asiatiques sur le bassin de l'Orge (Essonne)*. Centre de ressources Espèces exotiques envahissantes. UICN France et Office français de la Biodiversité. Avril 2020. 4 p. (<http://especies-exotiques-envahissantes.fr/wp-content/uploads/2021/04/rex-compostage-renouees.pdf>, consulté le 10/11/2021)

HAURY, J. (2005). *Fiche sur le compostage des végétaux aquatiques palustres*. Fiche de synthèse. DIREN des Pays de la Loire, UMR INRA Agrocampus EQHC, Rennes, 37 p.

HAVET, F. (2003). *Etude des capacités de germination des jussies du Marais Poitevin en conditions de laboratoire*. Mémoire. Institut Universitaire de Technologie, Département Génie Biologique, La Roche sur Yon. 60 p. + annexes

IIBSN. (2003). *Etude des capacités de germination des jussies du Marais Poitevin en conditions de laboratoire*. Rapport Institution Interdépartementale du Bassin Versant de la Sèvre Niortaise. 77 p.

KOURA, T., TOTI, H, DAGBENONBAKIN, G., MENSAH, G. ET SINSIN, B. (2019). *Technique de production de compost à base de la jacinthe d'eau*. Dépôt légal N°11918. Bibliothèque Nationale du Bénin.

LERCH, M. (2015). *ZAC Carreau Marie-Louise - la renouée en chantier - éradication expérimentale et compostage*. Présentation. Rencontre régionale renouée. Laxou, 11 juin 2015. AGRIVALOR.

MISRA, R. V., ROY, R. N., & HIRAOKA, H. (2005). *Méthodes de compostage au niveau de l'exploitation agricole*. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture. Rome. (<https://www.fao.org/3/y5104f/y5104f00.htm>, consulté le 10/11/2021)

MONTOYA, J.E., T.M. WALICZEK, M.L. ABBOTT. (2013). *Large scale composting as a means of managing water hyacinth (Pontederia crassipes)*. Invasive Plant Science and Management 6: pp. 243-249.

PINEAU, C., LE BOURHIS, P. ET DELHOM, E. (2017). *Étude exploratoire des conditions de mise en place d'une filière de valorisation des biomasses issues des chantiers d'arrachage de plantes invasives dans la Centrale EDF de Cordemais* - juin 2017. Cerema Ouest. 53 p.

LA GESTION DE PROXIMITÉ

FILIÈRE DE VALORISATION



- DESCRIPTION GÉNÉRALE DU PROCÉDÉ

La gestion de proximité figure parmi les six sous-rubriques proposées sur le site internet de l'Ademe pour la valorisation des déchets organiques¹³.

La gestion dite de « proximité » correspond à un traitement des biodéchets sur place, sans transport et de manière à favoriser leur valorisation à proximité immédiate du lieu de production pour conserver *in situ* une matière organique essentielle à la vie des sols (Ademe, 2020). Cette gestion correspond très fréquemment à la mise en place d'un compostage de proximité. Historiquement centré sur le compostage domestique, le champ d'intervention de la gestion de proximité a été élargi depuis quelques années. Il concerne à présent le compostage partagé (de quartier, en pied d'immeuble), le compostage autonome en établissement et également le broyage destiné à la production de paillage ou encore la tonte mulching (technique de tonte sans ramassage de l'herbe).

D'abord prévue comme une pratique destinée aux particuliers, cette méthode est considérée par le Ministère de la transition écologique (MTE) comme une possibilité de limitation de la production de déchets à traiter par le service public et de réduction des dépenses financières et énergétiques associées (pas de transport, moins de camions de collecte et de mise en décharge, etc.) (MTE, 2018).

Si elle est peu connue sous le terme de gestion de proximité, la pratique d'un compostage de proximité est déjà largement utilisée pour le traitement des résidus de gestion de plantes exotiques envahissantes, notamment en raison des difficultés des gestionnaires d'espaces à trouver des exutoires pour leurs déchets et pour des raisons économiques souvent liées au transport, ou en raison d'un risque important de dissémination en cas de transport.

Le compostage sur site de rémanents de végétaux peut dans ce cas être considéré comme une solution autonome de valorisation biologique pour les producteurs de déchets non ménagers (compostage autonome en établissement).

LE COMPOSTAGE AUTONOME EN ÉTABLISSEMENT

(Extrait du Guide méthodologique du compostage autonome en établissement Ademe, 2012)

Il s'apparente au compostage domestique pour les foyers. L'établissement « internalise » la gestion de ses biodéchets sur son site en se substituant à la collectivité ou à un prestataire. Le compost produit sera si possible valorisé sur le site. Cette démarche s'inscrit pleinement dans le principe de la gestion de proximité des biodéchets.

Outre le compostage sur site, toute mesure visant à réduire la production de déchets peut être assimilée à de la gestion de proximité. C'est par exemple le cas du pâturage, qui ne produit pas de déchet.

L'éco-pâturage du Séneçon en arbre permet de limiter l'apparition de repousses. © Collectif anti-baccharis



13 Référence de la page « Valorisation organique » de l'ADEME : <https://www.ademe.fr/expertises/déchets/passer-a-l'action/valorisation-organique>

Une autre alternative de réduction de la production de déchets, consiste en la mise en place d'interventions préventives ou d'entretien, à la place d'actions curatives. Par exemple, la gestion précoce d'un linéaire encore très faiblement colonisé par la jussie par arrachage manuel produira beaucoup moins de déchets à traiter que des interventions mécaniques de grande ampleur mises en œuvre plus tardivement. Même s'il doit nécessairement être répété plusieurs années de suite, l'arrachage manuel reste

plus avantageux et moins dommageable pour l'environnement qu'un arrachage mécanique à reconduire tous les 3-5 ans (période correspondant au temps estimé de la recolonisation complète de la zone par certaines espèces), lorsque l'intervention mécanique n'est pas suivie d'un arrachage manuel (Damien, comm. pers., 2021). Ces actions préventives sont ainsi économiquement plus avantageuses à moyen terme. Elles sont donc à privilégier lorsque cela est possible.



- CADRE LÉGISLATIF

ACTIONS DE PRÉVENTION DU DÉCHET

Les rémanents de gestion faisant l'objet d'une valorisation sur place ne doivent pas être considérés comme des déchets, dont la définition renvoie à tout résidu qui serait abandonné ou destiné à l'abandon (voir le chapitre « Règlementation », p. 11).

C'est pourquoi, le broyage préparatoire pour une utilisation en paillis ou la récupération des matériaux ligneux pour une utilisation sur site ne rentrent pas dans le cadre de la réglementation relative aux déchets. Ces actions permettent de réduire le volume de déchets produits et peuvent ainsi s'inscrire dans de la gestion de proximité.

UTILISATION D'UN BROYEUR COMME MÉTHODE DE GESTION

Le recours à un broyeur pour détruire le matériel végétal exotique ligneux ne peut être considéré comme une finalité de gestion. Une étude de 2014 (Monty *et al.*, 2015) a testé l'effet du broyage sur cinq plantes exotiques envahissantes présentes en Europe : Arbre à papillon (*Buddleja davidii*), Renouée du Japon, Spirée de Billard (*Spireae x billardii*), Solidage géant (*Solidago gigantea*) et le Sumac (*Rhus typhina*). Il a été montré que le broyage ne permet pas systématiquement d'empêcher la reprise des plantes, même si leur taux de croissance a bien été impacté. Le type de matériel (aérien ou souterrain) et la période d'intervention ont des influences variables sur la régénération des individus. Une absence de reprise à toutefois pu être constatée pour le Sumac hérissé et le Solidage géant (sauf pour les rhizomes récoltés au printemps). Un rapport plus ancien (Eugène, 2013) reportait déjà des observations similaires. L'étude avait été menée sur 8 EEE, en dehors de leur période de fructification. En plus du Solidage géant (sauf organes souterrains) et du Sumac, la Balsamine de l'Himalaya et la Berce du Caucase ne présentaient également aucune reprise après le broyage.

Ces éléments appellent donc à la prudence quant à la valorisation par production de paillage, qui n'est recommandé qu'en l'absence de graines et de dissémination par voie végétative.

SOURCES DE L'ENCART

- MONTY, A., EUGÈNE, M., & MAHY, G. (2015). *Vegetative regeneration capacities of five ornamental plant invaders after shredding*. Environmental management, 55(2), pp. 423-430.
- EUGÈNE, M. (2013). *Recherche d'intérêt général relative à l'efficacité du compostage de plantes exotiques invasives*. Rapport final octobre 2013. Service public de Wallonie. 43 p.

COMPOSTAGE DE PROXIMITÉ

La réglementation du compostage de proximité est encore lacunaire et concerne principalement les déchets de cuisine et de table. Certaines préconisations peuvent cependant s'appliquer aux végétaux, pour répondre à l'objectif commun de prévention de la production de déchets et du recyclage des biodéchets produits.

Les principaux textes réglementaires encadrant le compostage de proximité sont :

- la Circulaire du 13 décembre 2012 relative aux règles de fonctionnement des installations de compostage de proximité ;
- l'Arrêté ministériel du 9 avril 2018 fixant les dispositions techniques nationales relatives à l'utilisation de sous-produits animaux et de produits qui en sont dérivés, dans une usine de production de biogaz, une usine de compostage ou en « compostage de proximité », et à l'utilisation du lisier.

La Circulaire de 2012 indique que contrairement au développement du compostage domestique (qui ne soulève pas de question réglementaire particulière), le compostage partagé ainsi que le compostage sur site par des établissements producteurs de biodéchets peuvent nécessiter des conditions d'encadrement.

Les établissements mettant en place un compostage de proximité restent exemptés d'agrément et d'enregistrement, tant qu'ils traitent moins de 3 t/jour de déchets végétaux.

Le compostage de proximité peut s'appliquer uniquement pour de petites quantités de biodéchets traités. Ces volumes peuvent aller de 1 t/an pour un compostage en bac, à près de 100 t/an pour le compostage en andain. Si le volume de déchets traités atteint 3 t/j, qui correspond au seuil bas de la rubrique ICPE n° 2780-1, alors c'est la réglementation relative aux installations de compostage classées pour la protection de l'environnement qui doit s'appliquer et la pratique n'est alors plus considérée comme de la gestion de proximité.

Lorsque le volume de matière en cours de traitement dans l'installation dépasse 5 m³, alors l'article 158-type du règlement sanitaire départemental (RSD) relatif aux dépôts de matière fermentescible doit s'appliquer, en plus des recommandations de la Circulaire du 13 décembre 2012.

Les différentes réglementations en vigueur selon les volumes déposés.

FIGURE 17



Les dépôts de matières fermentescibles ne doivent pas être à l'origine de nuisances ou de pollution des eaux. Pour les dépôts dont le volume dépasse 5 m³, le Règlement sanitaire départemental (RSD) varie selon les départements mais généralement, les prescriptions qui en découlent sont les suivantes :

- Leur implantation doit satisfaire aux prescriptions générales ou particulières relatives aux périmètres de protection des sources, puits, captages ou prises d'eau.
- Leur implantation est interdite :
 - à moins de 35 m de puits, forages, sources et autres installations de stockage des eaux, mais aussi des rivages et des berges ;
 - à moins de 200 m de tout immeuble habité ou occupé, des zones de loisirs et de tout établissement recevant du public

- (à moins qu'il ne s'agisse d'ateliers de compostage spécialement aménagés et régulièrement autorisés) ;
- à moins de 5 mètres des voies de communication ;
 - dans une carrière ou toute autre excavation.

➤ Après toute opération de déchargement de nouvelles matières, les dépôts doivent être recouverts dans la journée ou au plus tard le lendemain par une couche de terre meuble ou par toute autre matière inerte, d'au moins 10 cm d'épaisseur.

➤ Au-delà d'un volume de 50 m³, une déclaration préalable à la mairie est obligatoire.

➤ Les dépôts ne peuvent avoir un volume supérieur à 2 000 m³ et leur hauteur ne doit pas dépasser 2 m.

➤ Les dépôts constitués en vue d'une utilisation agricole doivent être exploités dans un délai maximum d'un an.

➤ Seuls les dépôts constitués par un compost dont les caractéristiques sont conformes aux normes en vigueur ne sont pas soumis aux prescriptions de distances vis-à-vis des tiers, de recouvrement par un matériau inerte et d'interdiction d'établissement dans une carrière.

Il en est de même pour les tas de compost ne dépassant pas 5 m³.

Ces prescriptions pouvant différer selon les départements, il convient de se référer à celles en vigueur sur le territoire considéré. Le RSD est disponible sur le site internet de chaque préfecture de département.

À la demande du Ministère en charge de l'environnement, l'Ademe a publié en 2012 deux guides méthodologiques sur le compostage de proximité, dont un concernant le compostage autonome en établissement. Ces guides proposent un cadre technique et organisationnel pour la

mise en place d'opérations de compostage de proximité et pour la gestion des installations :

➤ [Guide méthodologique du compostage partagé \(ou semi-collectif\)](#) ;

➤ [Guide méthodologique du compostage autonome en établissement](#).

Ils présentent également une liste de conditions nécessaires au fonctionnement satisfaisant d'une installation, qui seront énumérées dans la partie « description technique » de la présente fiche, car il ne s'agit pas d'obligations réglementaires.

COMPOSTAGE À LA FERME

Les exploitations agricoles peuvent accepter des déchets verts provenant de l'extérieur de leur exploitation, afin qu'ils soient mélangés aux déchets agricoles. On parle alors généralement de co-compostage en bout de champ ou de compostage à la ferme. Il est préférable d'établir une convention et un cahier des charges qui définit les quantités et qualités des déchets fournis par le gestionnaire et leur prise en charge par l'agriculteur qui composte. L'agriculteur est également tenu d'enregistrer les quantités entrantes afin de justifier que la quantité annuelle traitée ne dépasse pas le seuil de 3 t/j.

En cas de présence trop importante de matière inerte¹⁴, les agriculteurs sont en droit de refuser le broyat de déchets verts afin de ne pas porter atteinte à leurs sols, cultures et élevages.

14 Voir glossaire

UTILISATION DU PRODUIT DE COMPOSTAGE

Un compost est considéré comme un déchet s'il n'est pas homologué et qu'il n'est pas conforme à une norme (voir la fiche « compostage industriel », p. 52).

Son épandage est néanmoins possible en agriculture s'il présente un intérêt agronomique et si l'usage dans les conditions préconisées ne représente pas un danger pour l'homme, les végétaux, les animaux et l'environnement. Afin de garantir ces principes, des règles précises encadrent les plans d'épandage agricole des déchets, qui doivent respecter les distances, les périodes et les conditions d'épandage inscrites dans le RSD ou dans le régime des ICPE (lorsque la quantité annuelle dépasse les

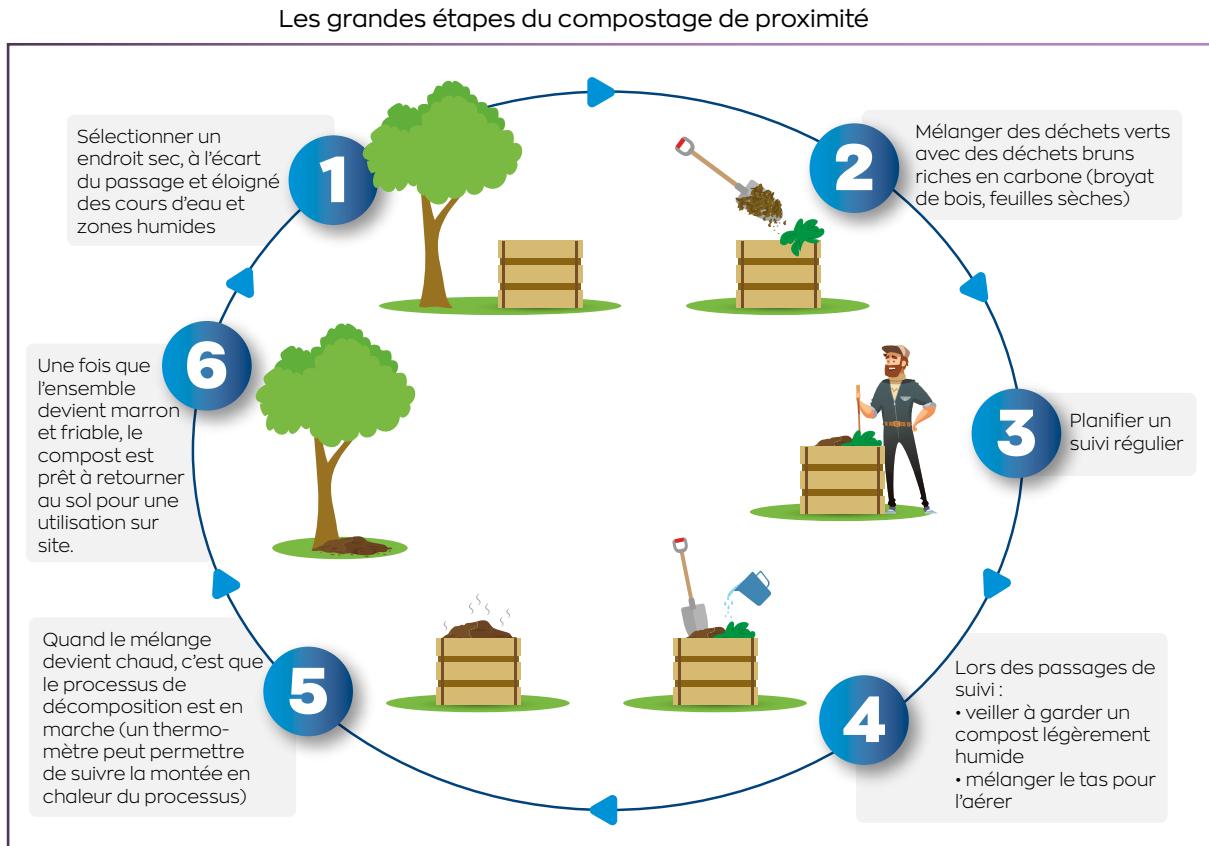
3 t/j). Par ailleurs, dans certains cas des analyses des produits entrants ou des composts seront nécessaires pour mettre en œuvre les plans d'épandage dans des zones sensibles ou pour certaines cultures réglementées. C'est pourquoi, les teneurs précises en éléments fertilisants des différents apports devront être quantifiées avant de pouvoir procéder à l'épandage de matière fraîche provenant de plantes exotiques envahissantes.

Il est également à noter que la cession du compost, qu'elle soit à titre onéreux (vente) ou gracieux, est considérée comme une mise sur le marché (Ademe, 2015). Le compost cédé gratuitement doit donc être conforme à une norme ou homologué. En revanche, lorsqu'il est utilisé sur site, le compost n'a pas d'obligation de conformité.

- DESCRIPTION TECHNIQUE

Seul le compostage de proximité sera détaillé ici, les autres mesures de prévention des déchets dépendant fortement de l'espèce considérée pour la gestion.

FIGURE 18



DÉPÔT DE LA MATIÈRE À COMPOSTER

Une fois prélevée, la matière végétale doit être rassemblée sur le site de l'intervention ou à proximité, selon le contexte et dans le respect des restrictions relatives à l'implantation d'une zone de dépôt de matière fermentescible. Pour les plantes aquatiques, qui présentent un risque de reprise important en milieu humide, il faudra veiller à entreposer les résidus dans un endroit sec et éloigné des cours d'eau ou des zones humides. Le lieu de compostage doit également être à l'écart du passage, pour éviter tout risque de dégradation ou dissémination par les animaux.

TYPE DE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

Pour les petits volumes, un compostage en bac est suffisant. Ce système est adapté pour des petits sites, inférieurs à 2 tonnes de biodéchets par an. Pour des gisements plus importants, allant de 5 à 10 tonnes par an, des chalets de compostage peuvent être installés. Le compostage en andain permet de traiter localement des gisements beaucoup plus importants et de plus de 10 tonnes annuelles.

PRÉ-BROYAGE ET MÉLANGE DE LA MATIÈRE

La présence de rémanents volumineux pourra nécessiter un pré-broyage de la matière. Celui-ci devra se faire en lien avec les recommandations faites dans le chapitre précédent relatif aux risques de dissémination lors du pré-traitement. Un tri manuel des résidus permet d'écartier les matériaux inertes indésirables (plastiques, verre, ferraille, cailloux, etc.) et ceux qui auraient du mal à se décomposer (souches, gros morceaux de bois, etc.).

Une fois un tas bien délimité formé, des mesures doivent être mises en place pour s'assurer du bon processus de dégradation de la matière végétale et l'absence de recolo-

nisation. Pour obtenir une bonne dégradation, il est recommandé de mélanger des matières dites « brunes » riches en carbone et des matières « vertes » riches en azote. Riches en eau, les matières vertes fourniront la plupart des nutriments et permettront l'activation du compost. Tandis que les matières brunes (feuilles sèches, copeaux de bois, branchages, paille, sciure, etc.), qui se décomposent plus lentement, aideront à ajouter du volume et permettront à l'air de mieux pénétrer dans le compost.

Sans un bon mélange de ces deux types de matière, l'andain risque de ne pas se réchauffer correctement et de ne pas atteindre une température suffisante. La matière mettra également plus de temps à se décomposer et pourrait même entraîner des nuisances olfactives.

L'andain pourra être recouvert d'une bâche à compost pour limiter le lessivage par les eaux de pluies et l'évaporation, ainsi que le transport par les animaux, sauf pour les plantes aquatiques qui devront d'abord être séchées et pour lesquelles le maintien d'un taux d'humidité important serait contre-productif.

RETOURNEMENT

Durant les premiers mois de traitement, des opérations périodiques de retourne-ment doivent être faites afin d'homogénéiser la matière et l'aérer lors du processus de fermentation. Le retourne-ment peut se faire avec une fourche. Pour les andains de taille trop importante, le retourne-ment peut être fait à l'aide un retourneur d'andain ou d'un équipement similaire et pourra éventuellement faire l'objet d'une prestation de service. Comme tout équipement en contact avec des diaspores de plantes envahissantes, un nettoyage des outils utilisés devra être fait après l'opération. Le retourne-ment permet l'homogénéisation et l'hygiénisation de l'andain et, en fourni-ssant de l'oxygène aux micro-organismes, il relance l'activité microbienne dans le tas et permet l'augmentation de la température.

BONNES PRATIQUES DE COMPOSTAGE

Il existe des formations de maître-composteur ou de guide-composteur pour acquérir toutes les connaissances nécessaires pour réaliser une opération de gestion par compostage et maîtriser les principales étapes de cette opération. Ces formations sont assez courtes et pourraient ainsi permettre de former les gestionnaires à cette pratique, pour une application de ces connaissances sur le terrain.

Pour répondre à un fonctionnement satisfaisant d'une installation de compostage de proximité, l'Ademe prévoit les conditions suivantes :

CONDITIONS DE L'ADEME (extrait de la Circulaire du 13/12/12)	APPLICATION PROPOSÉE DANS CE GUIDE, POUR LE COMPOSTAGE DE PROXIMITÉ DE VÉGÉTAUX EXOTIQUES ENVAHISANTS
Nécessité que la structure responsable de l'installation soit clairement identifiée : collectivité, bailleur, copropriété, association.	
Déclaration préalable de l'installation au service urbanisme de la collectivité.	Facultatif, sauf si l'emprise au sol du compost est supérieure à 5 m ² .
Nécessité que le site soit supervisé par une organisation compétente ou par un maître composteur dûment formé à cet effet, susceptible d'intervenir en cas de dysfonctionnement.	Nécessité que le site soit supervisé par une personne formée à la reconnaissance d'EEE et susceptible d'intervenir en cas de repousses menant à un risque de recolonisation du site.
Identification d'un ou plusieurs référents locaux nommément désignés ayant suivi une formation adéquate, chargés du suivi et de la surveillance du site.	
Implantation du composteur à une distance suffisante des habitations et des portes et fenêtres d'établissements recevant du public pour limiter les troubles de voisinage.	
Tenue d'un registre comportant la date et les conditions de réalisation des principales opérations : retournements, vidage, récupération du compost.	
Réalisation et archivage d'un bilan annuel synthétique comportant des informations sur les estimations relatives aux quantités traitées et au nombre de ménages participants, sur les principales opérations effectuées, sur les problèmes rencontrés et les solutions apportées.	Réalisation et archivage d'un bilan annuel synthétique comportant des informations sur les estimations relatives aux quantités traitées, sur les opérations effectuées, sur les problèmes rencontrés et les solutions apportées.
Présence obligatoire d'une signalétique indiquant les références des responsables, les consignes concernant les conditions de dépôt et de brassage des biodéchets, la liste des déchets acceptés et des déchets refusés ...	Présence d'un marquage de l'emplacement de la zone de compostage pour faciliter le suivi. Dans les zones fréquentées par le public, des panneaux de sensibilisation peuvent être ajoutés pour informer sur l'action de gestion en cours.
Nécessité que le site soit tenu dans un bon état de propreté et d'entretien .	
Présence obligatoire sur le site d'une réserve de matière carbonée structurante à ajouter aux apports de biodéchets (broyat de bois par exemple).	
Mise en place d'une organisation assurant un approvisionnement régulier et pérenne de matière carbonée structurante en quantité suffisante .	
Limitation de l'usage du compost au(x) seul(s) producteur(s).	Limitation de l'usage du compost à proximité du lieu de gestion, pour limiter le risque de dispersion de l'espèce le cas échéant.



- DÉCHETS CIBLES

Cette solution s'adresse avant tout au traitement des petits volumes, ou lorsque le transports des déchets vers une installation de traitement présente des risques trop importants de dissémination ou d'atteinte du milieu. Si la plupart des espèces herbacées se prêtent bien au compostage, cette méthode de traitement se prête notamment au traitement des plantes aquatiques, pour lesquelles l'extraction hors milieu humide limite très fortement le risque d'une reprise végétative.



- AVANTAGES

La gestion de proximité, si elle est correctement réalisée, présente l'avantage de limiter les risques de dissémination liés au transport, mais aussi les coûts de gestion des déchets, notamment pour des petits volumes, pour lesquels le transport est un poste de dépense important. Il en va de même pour toute opération permettant de réduire le volume de déchets produits.

Pour les espèces ligneuses qui ne présentent pas de risque de reprise végétative (par exemple, Érable negundo, Sénéçon en arbre, Ailante glanduleux), le broyage permet une réduction importante du volume de déchets verts produit (entre 5 et 7 fois par rapport aux déchets verts « bruts »). Le broyat produit pourra ensuite être valorisé sous forme de paillage ou en tant que structurant pour du compostage.



- LIMITES

En raison des risques de reprise importants dans le milieu naturel, la gestion de proximité doit être mise en œuvre par une structure spécialisée qui pourra assurer un suivi d'éventuelles repousses des espèces gérées.

De plus, il ne faut pas non plus que « laisser sur place » devienne un synonyme d'abandon ou de décharge sauvage, auxquels cas des sanctions sont prévues aux articles [R. 632-1](#) et [R. 635-8](#) du Code pénal. Pour que cette gestion *in situ* des rémanents soit effectivement perçue comme de la gestion de proximité, l'intégration des mesures de suivi et un marquage des tas/andains est nécessaire. Le gestionnaire doit pouvoir justifier auprès des autorités qui le demanderaient, qu'il ne s'agit pas d'une décharge sauvage.

Le compostage de proximité présente aussi l'inconvénient de ne pas être clairement encadré par la réglementation et de ne pas, par exemple, obliger un suivi précis, notamment de la montée en température de la matière. Dans une installation dotée d'un agrément sanitaire, le compostage doit théoriquement comporter une phase d'hygiénisation à 55 °C pendant 72 heures, pour réduire à des taux acceptables les concentrations en agents pathogènes présents dans le compost (bactéries, virus, parasites). Or, la Direction générale de prévention des risques considère que cette règle « ne s'applique pas aux petites installations de compostage de proximité, qui traitent de faibles quantités de ces matières et dont le compost n'est pas mis sur le marché » ([Circulaire du 13/12/12](#)).

L'absence d'hygiénisation ne permet donc pas de garantir l'innocuité du compost produit. De même, si les capacités de reprise des végétaux peuvent être dégradées sous l'effet de la montée en température, une température trop basse peut avoir l'effet inverse et, dans certains cas ou pour certaines espèces, améliorer leur capacité de germination.

En l'absence de plateforme totalement imperméable pouvant permettre la réutilisation des lixiviats de compostage pour l'arrosage des andains et leur réintroduction dans le processus, la dissémination de graines dans ces lixiviats est également un risque important. De même, de mauvais retournements de l'andain peuvent permettre la survie de diaspores, comme lorsque la taille de l'andain ne permet pas une montée suffisante en température.



- PRÉCAUTIONS DE MISE EN ŒUVRE

En l'absence de contrôle et de suivi du processus de dégradation de la matière, la matière produite ne doit pas être exportée et un suivi attentif du secteur et de ses environs doit être effectué les années suivantes pour s'assurer de l'absence de dissémination des espèces à proximité, et/ou gérer les éventuelles repousses.

La durée du compostage dépend de la nature des végétaux présents, et plus la teneur de l'andain sera forte en carbone, plus la matière sera longue à dégrader, à l'inverse une forte teneur en azote facilitera la dégradation et réduira donc le temps de compostage. Il faut alors s'assurer que les proportions entre carbone (C) et azote (N) soient respectées pour aboutir à un compostage optimal. Pour les déchets de végétaux aquatiques, qui apportent plus d'azote que de carbone, un ajout de broyat carboné permet de rééquilibrer et favoriser l'oxygénation du compost.

La couleur sombre de l'andain, la diminution de son volume, l'odeur de « sous-bois » ou encore la présence de champignons peuvent être signes d'un compost mature.

Une analyse en laboratoire permet de s'assurer des paramètres agronomiques et de la valeur fertilisante du compost obtenu. Pour une préparation de l'échantillon et une analyse standard de la composition biochimique, les coûts à prévoir sont de l'ordre de 150 € (APESA, 2017).

Pour sécuriser et pérenniser ces nouvelles filières de gestion, les projets de compostage dits « de proximité » se devront d'être exemplaires en répondant à des exigences techniques et agro-environnementales précises et spécifiques.



- CONDITIONS DE MISE EN PLACE

Tant qu'ils traitent moins de 3 t/jour (ou moins de 1 095 t/an) de déchet végétaux, les établissements mettant en place un compostage de proximité restent exemptés d'agrément et d'enregistrement (sauf pour les volumes de plus de 50 m³, pour lesquels une déclaration préalable est nécessaire).



EXEMPLES D'EXPÉRIMENTATIONS DISPONIBLES

Des expérimentations sont encore à mener pour s'assurer que la gestion de proximité permette d'éliminer efficacement le risque de reprise des graines et fragments d'espèces végétales exotiques envahissantes. Plusieurs retours d'expériences disponibles mentionnent une gestion *in situ* des rémanents issus des interventions de gestion, mais les protocoles mis en place ne font pas forcément l'objet de rapport et de suivis détaillés.

Quelques expériences sur la valorisation des déchets ont fait l'objet de retours détaillés disponibles sur le site internet du Centre de ressources EEE. Pour y accéder, consulter la rubrique « Expériences de gestion » du site internet : <http://especes-exotiques-envahissantes.fr/fiches-exemples/>



Le tableau p. 112 synthétise par espèce les informations disponibles sur les températures et conditions de compostage. Une version numérique régulièrement mise à jour est disponible à l'adresse http://especes-exotiques-envahissantes.fr/guide-technique_dechets_pee_tableau/.

PLANTES AQUATIQUES

En raison de leur dépendance aux milieux aquatiques, le compostage de proximité semble convenir à la gestion des plantes de milieux aquatiques d'eau douce, à condition de tenir le matériel végétal à distance de toute zone inondable pour empêcher la dissémination ultérieure des déchets vers un milieu aquatique.



Suivi sur 5 ans d'un andain de jussie laissé sur place par le propriétaire du terrain. © CPIE des Pays Creusois

Pour les espèces amphibiies, des précautions supplémentaires devront être mises en place, pour éviter de favoriser des formes terrestres. C'est le cas notamment des jussies exotiques, qui peuvent se développer sur les boues de curage. Pour s'assurer de l'absence de reprise dans les andains de jussie laissés sur site, le CPIE des Pays creusois réalise des suivis réguliers sur l'étang du Formier. L'andain suivi depuis 2015 est laissé en compostage, avec un apport naturel des feuilles provenant des peupliers présents sur la parcelle. Un an après l'intervention, les gestionnaires ont pu constater une reprise de la jussie à la surface des andains. La reprise n'a été toutefois que temporaire et aucune recolonisation n'a été observée par la suite aux abords de l'andain. En 2021, les andains ont quasiment disparu, au profit d'une végétation pionnière composée principalement de Lierre terrestre (*Glechoma hederacea*), Géranium Herbe à Robert (*Geranium robertianum*), Ronce (*Rubus* sp.), Gaillet grateron (*Galium aparine*) (Bodin, comm. pers., 2021).

PLANTES TERRESTRES

En Belgique, des tests de régénération de broyat à partir d'échantillons de huit plantes terrestres ont été réalisés par le Service Public de Wallonie (Eugène, 2013). Bien qu'il ne s'agisse pas de résultats de compostage, leurs observations permettent toutefois de rapporter l'absence de reprise après broyage des organes aériens pour la plupart des espèces herbacées de l'étude : Balsamine de l'Himalaya, Berce du Caucase, Solidage géant. Le matériel végétal récolté après une fauche, pourrait donc être utilisé dans la production de compost sans risque de reprise des espèces sur l'andain. Ces résultats ne sont valables toutefois qu'en dehors de la période de fructification, d'où l'importance pour les gestionnaires de planifier leurs interventions.

Dans l'objectif de mieux mesurer les risques de dissémination des renouées asiatiques après un co-compostage à la ferme, le SYBERT et le CBNFC-ORI ont réalisé une expérimentation entre juin 2018 et juillet 2019. Deux andains ont été constitués, l'un incluant des

effluents d'élevage et un autre sans apport supplémentaire de matière agricole. Dans les deux sites, les déchets de renouées asiatiques (tiges et rhizomes) sont broyés et mélangés à d'autres déchets verts. En plus d'un suivi des températures à l'aide de sondes, une inspection de l'andain et de ses abords est réalisée pour déceler la présence de repousse. Après 20 semaines de compostage et 4 retournements réalisés à l'aide d'un retourneur d'andains agricoles, aucune repousse n'a été observée. Toutefois, ce résultat a pu être fortement influencé par les conditions climatiques atypiques de l'été 2018, avec une chaleur et une sécheresse estivale inhabituelles. D'après les données recueillies lors de cette expérience, les températures atteintes par un compostage en plein champ et sans ajout d'effluents d'élevage ne permettraient pas de supprimer le pouvoir germinatif des graines de renouées, étant donné les conditions énumérées par d'autres études sur ce thème. Par ailleurs, au cours du suivi printanier de 2019, seul l'andain sans effluents d'élevage a vu germer des adventices et des plantes de jardins. Par précaution, cette méthode de compostage est à proscrire pour les renouées asiatiques en fruits (Vuillemenot, 2019).

CE QU'IL FAUT RETENIR

Le compostage de proximité correspond à un traitement sur place des biodéchets. Il n'implique pas de transport et limite ainsi les risques et les coûts associés. Il s'applique uniquement pour de petites quantités de biodéchets (1 t/an pour un compostage en bac, à près de 100 t/an pour le compostage en andain). Si le volume de déchets traités atteint 3 tonnes par jour, la réglementation relative aux installations de compostage classées ICPE s'applique et les déchets doivent être extraits vers un site de traitement approprié.

Le compostage en bac ou en andain dépendra du volume à traiter et nécessite un suivi rigoureux et régulier. N'étant pas réalisé en installation permettant d'atteindre des conditions d'hygiénisation garanties, l'innocuité du compost produit ne peut pas être assurée et il persiste des risques de dissémination (graines, boutures) si le compost est exporté. Pour s'assurer d'un fonctionnement satisfaisant et sans risques du compostage de proximité, des conditions sont fixées par la circulaire du 13/12/2012. Elles exigent notamment la désignation d'une structure responsable de l'installation, la tenue d'un registre avec les dates et les conditions de réalisation des opérations, et l'obligation de maintenir le site dans un bon état de propreté et d'entretien.



- SOURCES DE LA FICHE

ADEME. (2015). *Le cadre réglementaire et juridique des activités agricoles de méthanisation et de compostage.* Rapport final. APESA. Club Biogaz ATEE. 88 p.

ADEME. (2020). *Rapport de préconisations : facteurs clés de réussite pour la mise en place et la pérennisation des sites de compostage partagé.* INDDIGO, Réseau Compost Citoyen et Cabinet Isabelle Leduc. 28 p.

APESA. (2017). *Catalogue des prestations de service 2017.* APESA, Centre technologique au service des transitions. 11 p.

BODEAU, J. [COORD.] (2019). *Guide du compostage à la ferme.* Chambre régionale d'agriculture Occitanie. 80 p.

BASTIDE, G. ET MAZAUD, D. (2012). *Guide méthodologique du compostage autonome en établissement.* Rapport final. Ademe Service Prévention et Gestion des Déchets. Consommation Durable et Déchets – Ademe Angers. Novembre 2012. 44 p.

EUGÈNE, M. (2013). *Recherche d'intérêt général relative à l'efficacité du compostage de plantes exotiques invasives.* Rapport final. Octobre 2013. Service public de Wallonie. 43 p.

MEYSSIGNAC, A. LEDUC, I., BASTIDE, G., MAHE, C. ET MULLER, F. (2020). *Rapport de préconisations : facteurs clés de réussite pour la mise en place et la pérennisation des sites de compostage partagé.* 28 p.

MTE. (2018). *Le compostage de proximité des biodéchets. Filière de recyclage > Biodéchets.* Ministère de la transition écologique. (<https://www.ecologie.gouv.fr/biodechets>, consulté le 15/11/2021)

RÉSEAU COMPOST CITOYEN. (2016). *Fiche technique n°4 : La réglementation liée au compostage de proximité.* Compost-Age. 8 p.

VUILLEMENOT, M. (2019). *Expérimentation de compostage et de co-compostage à la ferme de renouées asiatiques au sein du SYBERT.* Conservatoire botanique national de Franche-Comté-Observatoire régional des invertébrés. 36 p.

INCINÉRATION EN UNITÉ DE VALORISATION ÉNERGÉTIQUE

FILIÈRE DE VALORISATION



- DESCRIPTION GÉNÉRALE DU PROCÉDÉ

L'incinération des déchets ménagers avec valorisation énergétique est une méthode de traitement thermique des déchets qui consiste en une combustion des déchets à haute température et un traitement des fumées. À l'issue de la combustion des déchets, divers produits sont valorisés ou éliminés :

- **les mâchefers, résidus des déchets qui n'ont pas brûlé**, représentent en moyenne 20 % du poids des déchets réceptionnés. Après avoir été déferraillés et une phase de maturation, les mâchefers, dont la composition se rapproche de granulats, sont le plus souvent valorisés en sous-couche routière, ou envoyés en Installation de stockage de déchets non dangereux (ISDND) ;
- **les résidus d'épuration des fumées d'incinération d'ordures ménagères** (REFIOM), représentent en moyenne 2,5 à 5 % du poids des déchets réceptionnés. Ils contiennent les résidus polluants traités

par le dispositif de traitement des fumées. Contenant la majorité des polluants résultant de l'incinération, ils sont envoyés en Installation de stockage de déchets dangereux (ISDD) ;

- **les cendres** représentent environ 1 % de la masse initiale des déchets réceptionnés. Elles sont envoyées en ISDD en raison de la pollution qu'elles concentrent.

Les données présentées sont des données génériques basées sur le parc d'unités de valorisation énergétique et non sur l'incinération de déchets verts ou même d'EEE.

La chaleur produite par la combustion est dans la majorité des installations valorisée pour produire de l'électricité destinée à alimenter l'usine elle-même et le réseau électrique. Une partie de la chaleur peut également être récupérée pour alimenter un réseau de chauffage urbain voire des entreprises à proximité.



- CADRE LÉGISLATIF

Les installations de traitement thermique de déchets non dangereux sont régies par le Code de l'environnement et la réglementation des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). Elles sont soumises à la rubrique 2771 de la nomenclature des ICPE. Leur exploitation est soumise à autorisation, quelle que soit la masse de déchets incinérée.

L'Arrêté du 20/09/02 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux détermine les prescriptions générales auxquelles chaque installation autorisée est soumise.

Cet arrêté détermine notamment les conditions d'acceptabilité des déchets entrants, le type de déchets acceptés, les dispositions à prendre pour limiter le bruit, les vibrations, les odeurs, mais également les seuils à ne pas dépasser pour les rejets aqueux ou gazeux ou encore la durée de conservation des documents administratifs, liés à l'entrée et à la sortie de la matière. Il détermine également l'ensemble des dispositions qui doivent être prises par l'arrêté préfectoral d'autorisation de l'installation.

Les installations sont suivies par l'Inspection des installations classées de la Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Dreal), et peuvent être contrôlées

à tout moment pour vérifier le respect de leur arrêté préfectoral d'autorisation d'exploitation.

Chaque installation autorisée fait l'objet annuellement d'une commission de suivi de

site (CSS) animée par le préfet. Cette commission a pour objectif d'informer le public sur l'activité de l'installation.



– DESCRIPTION TECHNIQUE

Si l'incinération en elle-même est un procédé assez simple, une unité de valorisation énergétique est composée de nombreux éléments annexes au four d'incinération, notamment pour valoriser l'énergie produite par la combustion, le traitement des fumées et la gestion des résidus d'incinération.

► **La réception des déchets et la séparation des impuretés :** à leur arrivée sur site, les déchets font l'objet d'un contrôle de radioactivité, puis sont pesés, contrôlés administrativement et visuellement, afin de s'assurer qu'il s'agisse bien des déchets annoncés par le producteur et qu'ils sont acceptés sur l'installation. Ils sont ensuite vidés dans une fosse.

► **L'alimentation du four :** dans la fosse, les différents types de déchets sont mélangés à l'aide d'un grappin afin de les homogénéiser et permettre leur bonne combustion. Ils sont ensuite repris au grappin pour être versés dans la trémie d'alimentation du four qui va l'alimenter régulièrement de nouveaux déchets.

► **La combustion :** une fois dans le four, les déchets sont incinérés pendant une heure environ à une température supérieure à 850 °C, de manière à brûler également les gaz produits par la combustion des déchets. Un dispositif mécanique les fait avancer dans le four. En sortie du four, une grille permet de récupérer les cendres, puis les mâchefers.

► **La valorisation énergétique :** les gaz chauds produits par la combustion vont passer par une chaudière dans laquelle circule de l'eau qui va être vaporisée et mise sous pression. Selon le contexte dans lequel se trouve

le site, plusieurs moyens de valorisation vont pouvoir être mis en œuvre :

- **La valorisation électrique**

La vapeur sous pression produite par la chaudière va passer à travers un groupe turbo alternateur (GTA). Elle va activer une turbine qui va elle-même activer un alternateur. Celui-ci va produire de l'électricité qui va pouvoir être utilisée par le site pour sa consommation, le surplus étant injecté dans le réseau électrique.

- **La valorisation thermique :**

La vapeur produite par la chaudière va être envoyée par un circuit dédié vers un site industriel ou vers un réseau de chauffage urbain. Ces circuits tournent en circuit fermé. L'énergie de la vapeur est transférée au réseau d'eau du bâtiment à chauffer par un échangeur thermique. Lors du transfert des calories à travers l'échangeur thermique, la vapeur est condensée, l'eau retourne vers l'unité de valorisation énergétique pour être reinjectée dans le réseau sous forme de vapeur.

La chaleur dite fatale¹⁵ va également pouvoir alimenter d'autres installations moins consommatrices telles que des serres pour une valorisation maximale de l'énergie.

► **Le traitement des fumées :** Pour répondre aux normes environnementales, les fumées produites par la combustion des déchets doivent être traitées avant rejet dans l'atmosphère. Différents procédés adaptés à chaque site vont être mis en œuvre. Ils vont traiter les poussières, les dioxines et les furanes, les gaz acides, les oxydes de soufres.

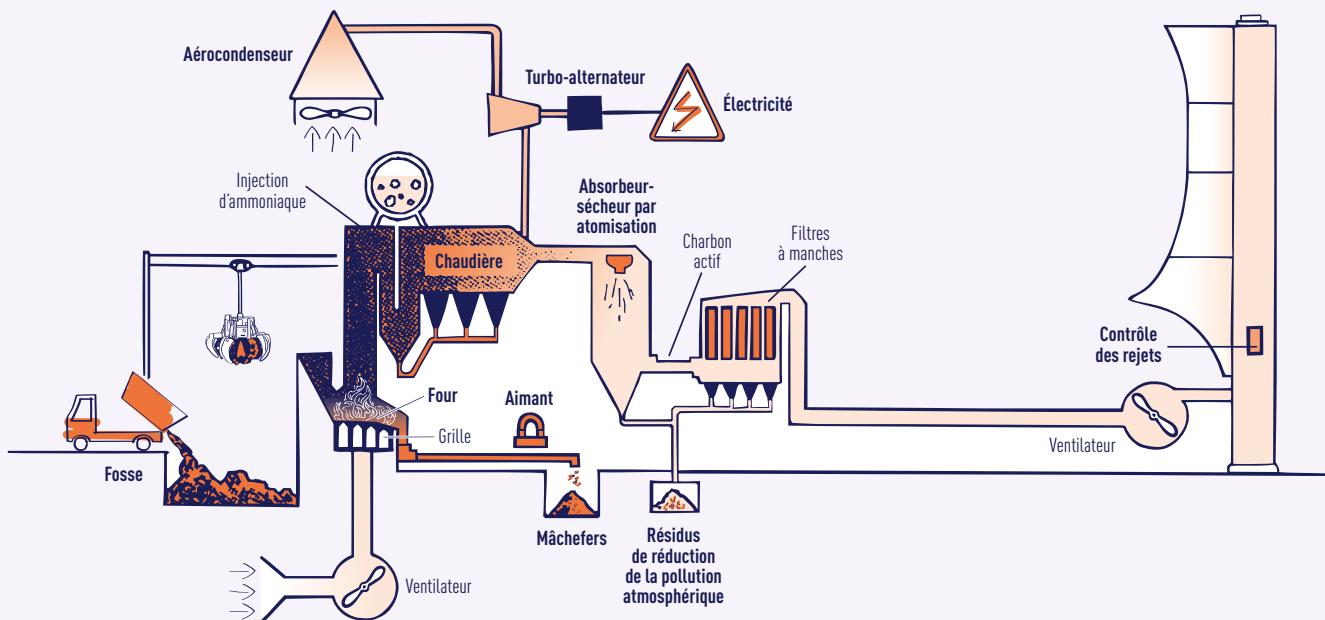
.....
15 Voir glossaire

Les fumées vont également être déshumidifiées. Les REFIOM sont ensuite captés et envoyés pour être stabilisés et stockés en ISDD. Les rejets sont eux analysés pour s'assurer de l'absence d'impact pour la population humaine et le milieu naturel.

► **Le traitement des mâchefers** : Les mâchefers, résidus solides de combustion,

sont déferraillés à la sortie du four, afin de valoriser les métaux ferreux qui sont acheminés vers des usines de recyclage. Le restant est envoyé vers une unité de maturation des mâchefers, pour affiner la séparation des matériaux ferreux et non ferreux de la grave¹⁶. La grave est ensuite traitée et maturée. Elle peut notamment être utilisée pour remplacer le granulat naturel, notamment en sous-couche routière.

Schéma de présentation d'un processus d'incinération des déchets. © SUEZ RV



– DÉCHETS CIBLES

D'un point de vue réglementaire, les déchets de plantes exotiques envahissantes sont considérés comme des déchets verts (voir le chapitre « Réglementation », p. 11). La majorité des unités de valorisation énergétique sont autorisées à recevoir les déchets non dangereux, dont font partie les déchets verts.

Néanmoins, pour respecter la hiérarchie des modes de traitement des déchets, les installations d'incinération peuvent refuser les

déchets verts. Il faut alors justifier la raison de la demande d'envoi de ces déchets en unité de valorisation énergétique.

En effet, seuls les déchets de plantes exotiques envahissantes présentant un risque de dissémination important qui ne peut pas être maîtrisé sur des installations de compostage ou de méthanisation doivent être envoyés vers les unités de valorisation énergétique. Ce doit être la solution de dernier recours.

16 Voir glossaire

De plus, pour les installations exploitées par des opérateurs privés, ces derniers n'ont pas toujours la capacité d'accepter des déchets qui ne proviennent pas de la collectivité propriétaire de l'installation. L'exploitant pourrait alors refuser de réceptionner ces déchets car il n'en a pas contractuellement le droit. Il faudrait alors se rapprocher de la collectivité propriétaire de l'installation.



★ - AVANTAGES

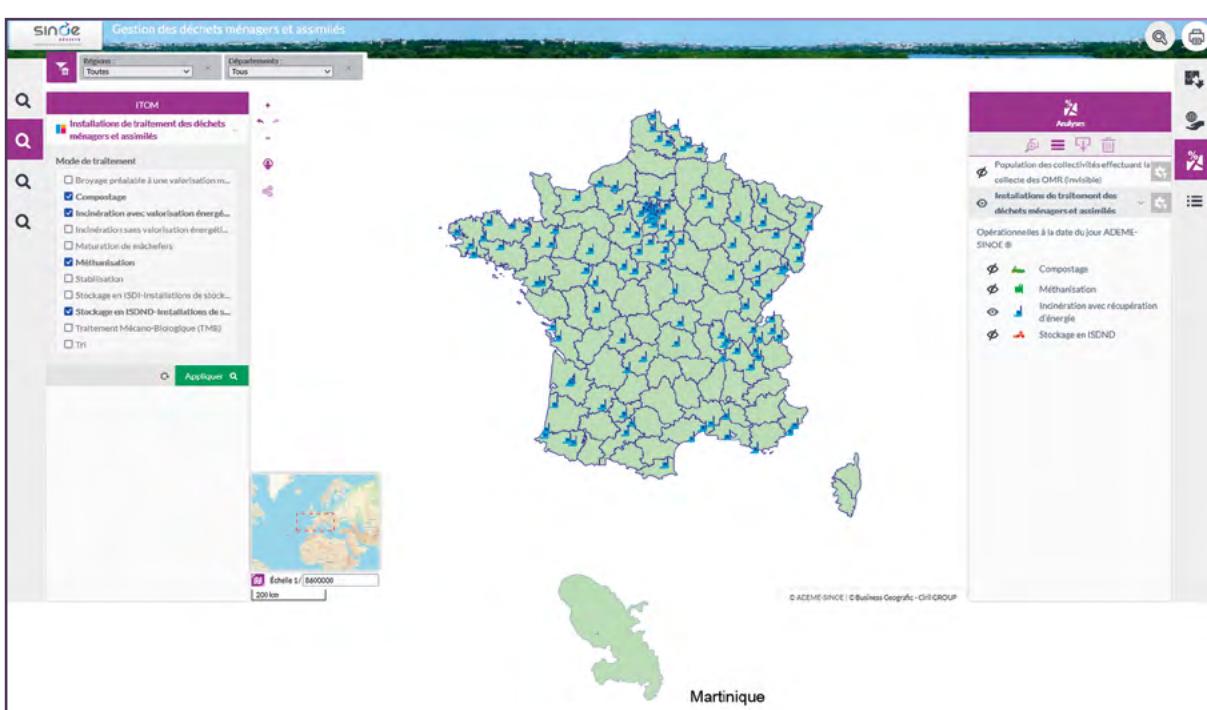
La valorisation énergétique présente pour principal avantage d'avoir l'assurance de la maîtrise du risque de dissémination des plantes envoyées vers ce type d'installation. À cela s'ajoute que l'énergie produite par la combustion des déchets est valorisée et que les fumées produites par cette combustion

sont traitées pour limiter leur impact sur l'environnement.

En 2012, la France disposait d'un parc de 127 installations cumulant une capacité d'incinération de 15,4 millions de tonnes par an (Ademe, 2021).

Visualisation cartographique des unités de valorisation énergétique recensées et exemple de contenu des fiches disponibles en ligne. © sinoe.org

FIGURE 20



- LIMITES

La principale limite concernant le traitement de déchets de plantes exotiques envahissantes en unité de valorisation énergétique réside dans les difficultés d'acceptation du déchet par les installations pour plusieurs raisons :

- **Le pouvoir calorifique inférieur** (PCI) des déchets verts, assez faible, peut réduire la performance de l'installation¹⁷, surtout en cas d'apport d'importants volumes,
- **La possible valorisation des déchets verts** par d'autres moyens dans la hiérarchie des modes de traitement des déchets,
- **L'absence de maîtrise directe** par les opérateurs des flux de déchets entrants sur les installations.

À cela s'ajoute la répartition hétérogène des installations sur le territoire. Celle-ci est due aux politiques de gestion des déchets qui étaient départementales avant la loi NOTRe ([Loi n° 2015-991 du 7 août 2015 portant nouvelle organisation territoriale de la République](#)), chaque département déterminant s'il souhaitait éliminer ses déchets dans des unités d'incinération ou dans des installations de stockage de déchets.

Un autre frein à l'envoi en incinération de déchets d'EEE est son coût. Il faut en effet compter environ 150 €/t de déchet traitée. Ce coût incite fortement à planifier la date de traitement des plantes pour les gérer en dehors des périodes où il serait indispensable de les faire incinérer.



- PRÉCAUTIONS DE MISE EN ŒUVRE

La valorisation énergétique des déchets est une pratique relativement sûre pour la gestion du risque de dissémination une fois le déchet arrivé sur l'installation. En effet, la réception des déchets se fait dans des halls fermés avec vidage du camion directement dans une fosse en dépression, limitant au maximum tout risque de dissémination. L'incinération en tant

que telle assure une destruction complète des diaspores. Il est néanmoins indispensable que le chauffeur du camion s'assure du nettoyage de la benne et du quai de déchargement avant son départ. L'ensemble des fragments issus du nettoyage doivent être vidés dans la fosse de réception des déchets.



- CONDITIONS D'ADMISSIBILITÉ

Pour que les déchets verts soient acceptés en unité de valorisation énergétique, il faut d'abord s'assurer auprès de l'installation que celle-ci est autorisée à recevoir ces déchets, réglementairement, puis par son client, si elle est exploitée par une entreprise privée pour le compte d'un établissement public.

Ensuite, il faut s'assurer auprès de l'installation des conditions propres à celle-ci. En effet, en raison du faible PCI des déchets verts, pour limiter l'impact de ces déchets sur la performance énergétique de l'installation, il peut être seulement possible de n'apporter que de petits volumes journaliers.

.....
17 Le PCI moyen des déchets ménagers sans tri sélectif est de 7,8 MJ/k ([source](#))

Un autre point d'attention réside dans la taille des éléments apportés sur l'installation. Pour ne pas risquer de dégrader ou bloquer la trémie d'alimentation, il peut être nécessaire de calibrer la taille maximale des déchets

apportés. Ces exigences doivent être prises en compte au cas par cas. C'est au fournisseur des déchets de demander à l'exploitant de l'installation les conditions spécifiques à respecter pour tout apport.

CE QU'IL FAUT RETENIR

L'incinération des déchets de plantes exotiques envahissantes en unité de valorisation énergétique ne doit être réalisée que dans le cas d'espèces présentant un risque de dissémination important qui ne peut être maîtrisé dans des installations de compostage ou de méthanisation. Elle constitue une solution de dernier recours. Pour que ce type de déchet soit accepté par l'unité de valorisation énergétique, il conviendra de justifier la raison de cette demande d'envoi auprès de l'exploitant.

Contrairement au brûlage à l'air libre (interdit mais dont des dérogations peuvent être obtenues pour certaines EEE), l'incinération en installation permet d'avoir l'assurance de la maîtrise du risque de dissémination et permet une valorisation de l'énergie produite par combustion et un traitement des fumées pour limiter leur impact sur l'environnement. Cependant, le coût élevé de l'incinération peut être un frein important.



- SOURCES DE LA FICHE

ADEME. (2021). *L'incinération. Description des procédés.* (<https://www.ademe.fr/expertises/dechets/passer-a-laction/valorisation-energetique/dossier/lincineration/lessentiel-lincineration>, consulté le 10/11/2021)

FÉDÉRATION NATIONALE DES ACTIVITÉS DE DÉPOLLUTION ET DE L'ENVIRONNEMENT. (2021). *Valorisation énergétique des déchets.* (<https://www.fnade.org/fr/produire-matieres-energie/valorisation-energetique>, consulté le 10/11/2021)

TEGELBECKERS P., AUBERT A., JOUVENET A.J., MOULIN I., TRAN L.T. & ELHAMZAQUI S. (2015). *Qualité et devenir des mâchefers d'incinération de déchets non dangereux. État des lieux et perspectives.* RECORD. Etude n°13-0241/1A. Octobre 2015. 135 p.

SUEZ. (2021). *Compostage ou valorisation énergétique : comment valoriser les déchets verts ?* Valoservices. (<https://www.valoservices.suez.fr/conseils/blog/compostage-ou-valorisation-energetique-comment-valoriser-les-dechets-verts/>, consulté le 10/11/2021)

LE STOCKAGE EN INSTALLATION DE STOCKAGE DE DÉCHETS NON DANGEREUX (ISDND)

FILIÈRE D'ÉLIMINATION



- DESCRIPTION GÉNÉRALE DU PROCÉDÉ

Le stockage des déchets non dangereux se fait dans des Installations de stockage de déchets non dangereux (ISDND). Cette méthode est utilisée pour traiter les déchets non valorisables sous forme de matière ou d'énergie dans les conditions techniques et économiques du moment. Ces déchets sont alors considérés comme ultimes. Le stockage consiste à stocker des déchets dans des casiers conçus à cet effet. Les déchets sont isolés du sol et du sous-sol par deux barrières de sécurité pour prévenir tout risque de pollution des sols, de l'air ou de l'eau. Une fois l'exploitation terminée, le casier est rendu étanche par des membranes puis réaménagé et revégétalisé.

Les eaux qui ont percolé à travers les déchets (les lixiviat) sont captées et traitées.

Le biogaz produit par la fermentation des déchets en absence d'oxygène est également capté par un réseau de captage puis traité. Il peut être valorisé en électricité ou en chaleur.

À la fin de l'exploitation débute le suivi post-exploitation. Il consiste à suivre un certain nombre de paramètres pendant une période minimum de 25 ans pour s'assurer de l'absence d'impact environnemental de l'installation.



- CADRE LÉGISLATIF

Les ISDND sont régies par le Code de l'environnement et la réglementation des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). Elles sont soumises à la rubrique 2760 de la nomenclature des ICPE. Leur exploitation est soumise à autorisation environnementale.

[L'Arrêté du 15/02/16](#) relatif aux installations de stockage de déchets non dangereux détermine les prescriptions générales auxquelles chaque installation autorisée est soumise.

Cet arrêté détermine notamment les conditions d'acceptabilité des déchets entrants, le type de déchets acceptés, les dispositions à prendre pour limiter le bruit, les vibrations, les odeurs, mais également les seuils à ne pas dépasser pour les rejets aqueux ou gazeux ou encore

la durée de conservation des documents administratifs, liés à l'entrée et à la sortie de la matière. Il détermine également l'ensemble des dispositions qui doivent être prises par l'arrêté préfectoral d'autorisation de l'installation.

Les installations sont suivies par l'Inspection des installations classées de la Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Dreal), et peuvent être contrôlées à tout moment pour vérifier le respect de leur arrêté d'autorisation d'exploitation.

Chaque installation autorisée fait l'objet annuellement d'une commission de suivi de site (CSS) animée par le préfet. Cette commission a pour objectif d'informer les parties prenantes sur l'activité de l'installation.

– DESCRIPTION TECHNIQUE

Avant de recevoir tout déchet, le casier visant à les recevoir doit être construit et l'ensemble des dispositifs permettant la prévention des pollutions mis en place. Avant toute mise en exploitation d'un nouveau casier, une visite de réception de la Dreal attestant de la conformité de ce casier est effectuée.

► **La réception des déchets** : À leur arrivée sur site les déchets font l'objet d'un contrôle de radioactivité, puis sont pesés, contrôlés administrativement et visuellement, afin de s'assurer qu'il s'agit bien des déchets annoncés par le producteur et qu'ils sont autorisés sur l'installation.

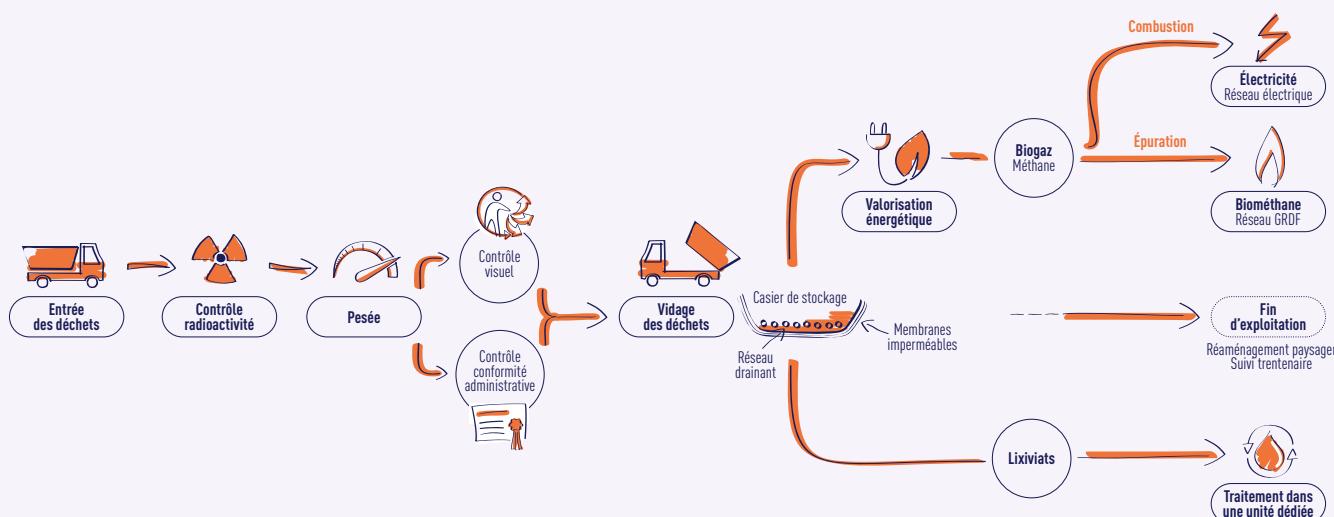
► **Le vidage des déchets** : Une fois les déchets pesés et acceptés, le camion se déplace vers le quai de vidage. Le quai est un espace sécurisé où le camion va déverser ses déchets dans le casier. Ils sont ensuite repris par des engins qui vont les emmener sur la zone du casier dédiée en fonction de l'avancée de l'exploitation. Ensuite, un second engin va les compacter afin de maximiser la densité du massif de déchet pour assurer sa stabilité et l'optimisation du volume.

► **La gestion des lixiviats** : Les eaux de pluie qui traversent le massif de déchets sont appelées lixiviats. Ces eaux sont considérées comme polluées. Elles sont alors captées et envoyées vers une unité de traitement interne ou externe. Cette unité, qui peut utiliser divers procédés, va les traiter pour arriver aux valeurs seuils imposées par l'arrêté préfectoral d'autorisation du site et être rejetées dans le milieu naturel après contrôle du respect des ces seuils.

► **La gestion du biogaz** : L'ensemble des gaz produits par la fermentation des déchets sont appelés biogaz. Pour prévenir les risques de pollution de l'air, le biogaz est capté pour être traité. Majoritairement composé de méthane (CH_4), de dioxyde de carbone (CO_2) et de sulfure d'hydrogène (H_2S), le gaz est envoyé vers une unité de traitement qui va séparer ces différents gaz. Sur la plupart des installations, le méthane y est extrait pour être valorisé électriquement par combustion puis activation d'un moteur ou par injection directe du gaz épuré dans le réseau de gaz naturel.

En cas d'absence de solution de valorisation, le gaz est brûlé à haute température pour réduire les composés polluants émis dans l'atmosphère.

Schéma de présentation d'une installation de stockage de déchets non dangereux. © SUEZ RV





- DÉCHETS CIBLES

Les rémanents de plantes exotiques envahissantes sont interdits en ISDND, car ils ne sont pas considérés comme des déchets ultimes (voir le chapitre « Réglementation », p. 11).

Seules des terres peuvent être reçues en ISDND. Le gestionnaire pourra donc y apporter

les terres contenant des rhizomes ou une banque de graines¹⁸ d'EEE ne pouvant être traitées sur place ou valorisées par quelque autre moyen, à condition de faire partie de la liste des types de déchets autorisés par l'arrêté préfectoral d'autorisation de l'installation.



- AVANTAGES

Le stockage de déchets présente pour principal avantage d'avoir l'assurance de la maîtrise du risque de dissémination des plantes envoyées vers ce type d'installation, à partir du moment où l'exploitant met en œuvre les dispositions nécessaires, telles que le recouvrement immédiat des terres contenant des diaspores d'EEE par d'autres déchets ou la limitation des dispersions par le vent. Au contraire des installations de stockage de déchets inertes (ISDI) (voir encart ci-dessous), les ISDND permettent de s'assurer de la destruction des moyens de dissémination des plantes en raison de deux points :

- d'une part du mélange avec d'autres déchets et donc de conditions défavorables

à la germination ou à la reprise de rhizomes ;

- d'autre part de la fermeture des casiers par des dispositifs étanches qui permettent d'assurer l'absence de potentialité de reprise ou de découverte ultérieure de la banque de graines.

Même si les fermetures d'ISDND sont plus nombreuses que les ouvertures, en lien avec les objectifs de réduction des déchets, le maillage de sites reste important à l'échelle nationale puisque 218 ISDND étaient encore ouvertes en 2020 en France (départements et régions d'outre-mer compris).

ISDI ET ISDND, QUELLE DIFFÉRENCE ?

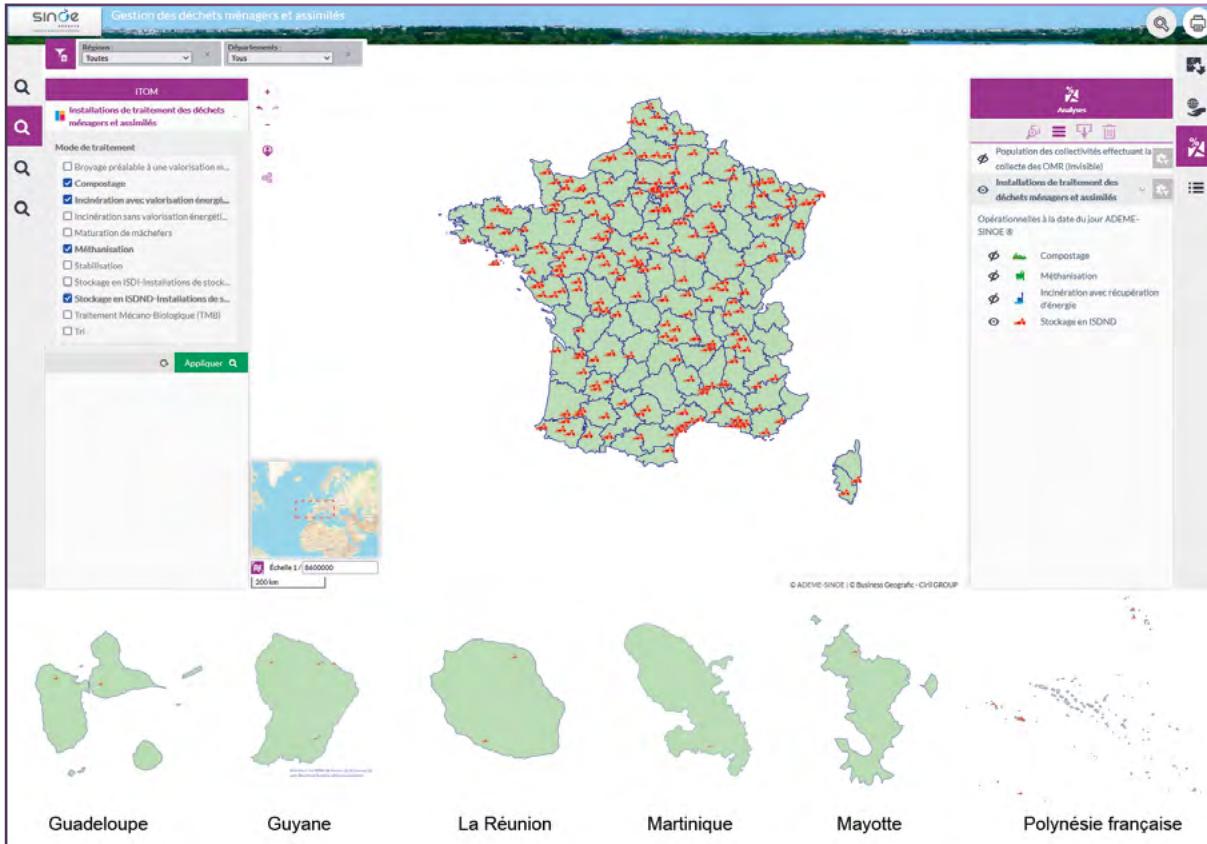
Comme leur nom l'indique les ISDI (installation de stockage de déchets inertes) ont pour vocation de stocker les déchets inertes. Les déchets non dangereux inertes correspondent à tout déchet qui ne subit aucune modification physique, chimique ou biologique importante, qui ne se décompose pas, ne brûle pas, ne produit aucune réaction physique ou chimique, n'est pas biodégradable et ne détériore pas les matières avec lesquelles il entre en contact d'une manière susceptible d'entraîner des atteintes à l'environnement ou à la santé humaine (article R. 541-8 CE). Il s'agit principalement de déchets minéraux produits par les activités de construction, tels que le béton, les briques, les agrégats d'enrobés et déblais. Les déchets de plantes exotiques envahissantes, ne peuvent ainsi pas être apportés dans des ISDI.

Par contre, les terres d'excavation entrent bien dans la catégorie des déchets inertes. Néanmoins, il est conseillé d'apporter préférentiellement ces déchets vers des ISDND, pour s'assurer de la destruction des moyens de reprise et de dissémination des plantes. Les ISDI ne comportent pas de casiers étanches. Des graines ou rhizomes qui se trouveraient en surface pourraient alors s'y développer et se disséminer.

18 Voir glossaire

Visualisation cartographique des installations de stockage de déchets. © sinoe.org

FIGURE 22



Les infrastructures de stockage des déchets sur le territoire de la Nouvelle-Calédonie en 2018. © Agence française de développement (AFD) / ADEME

FIGURE 23



- LIMITES

La principale limite réside dans l'acceptation du déchet par les installations. En effet, l'exploitant n'ayant pas l'obligation d'accepter les déchets, même s'il est autorisé à les recevoir, s'il estime que les contraintes sont trop fortes, il peut refuser ces déchets, d'autant plus s'il s'agit de petits volumes.

Il est donc important de sensibiliser les gestionnaires d'installations sur ce sujet, et sur le fait que les terres contenant des graines ou rhizomes d'EEE peuvent être correctement gérées sur une ISDND.

À cela s'ajoute la répartition hétérogène des installations sur le territoire. Celle-ci est due aux politiques de gestion des déchets qui étaient départementales avant la loi NOTRe ([Loi n° 2015-991 du 7 août 2015 portant nouvelle organisation territoriale de la République](#)),

chaque département déterminant s'il souhaitait éliminer ses déchets dans des unités d'incinération ou dans des installations de stockage de déchets.

De même, certaines ISDND peuvent être soumises à des interdictions leur empêchant la prise en charge de certains types de déchets. En Guyane par exemple, l'Arrêté N°1906 SG/2F/2B/ENV du 29 septembre 2009 n'autorise pas l'enfouissement des déchets végétaux.

Le coût important du stockage peut aussi être un frein puisque celui-ci peut être considéré à environ 100 € HT par tonne, hors taxe générale sur les activités polluantes (TGAP). Les terres pouvant être considérées comme des matériaux inertes, celles-ci peuvent être exemptées de TGAP.



- PRÉCAUTIONS DE MISE EN ŒUVRE

La principale précaution à prendre pour le dépôt de terres en installation de stockage de déchets est de s'assurer que les terres seront bien enfouies à une profondeur suffisante dans le casier et non pas utilisées par l'exploitant pour les besoins de son exploitation (couverture du massif de déchets notamment). C'est pourquoi il est indispensable de préciser explicitement si les terres apportées peuvent contenir des EEE.

La seconde précaution à prendre est de bien respecter les préconisations liées au transport des déchets de plantes exotiques envahissantes pour ne pas prendre le risque de disperser des parties de plantes lors du transport et sur le parcours (voir le chapitre « Transport et acheminement », p. 34).

La troisième précaution concerne la zone de déchargement des camions. Lors de cette opération, des terres peuvent en effet être éparpillées sur place, voire reprises et emportées ailleurs dans le site. Lorsque le camion vide

sa benne, quelques résidus de terre peuvent tomber sur le quai. Il est donc indispensable de s'assurer du nettoyage du quai de vidage avant le départ du camion ainsi que du nettoyage de la benne ayant transporté le déchet contaminé. Il convient donc de préalablement s'assurer auprès du gestionnaire de site, qu'un emplacement dédié sera mis en place pour les terres infestées et que des précautions spécifiques seront prises pour réduire les risques évoqués. Une fiche d'identification de l'espèce exotique présente dans les déblais paraît indispensable pour que l'exploitant du site puisse détecter très rapidement une éventuelle dispersion sur son site suite à des apports de terres contaminées.

Ensuite, une coordination entre le producteur de déchets et l'exploitant doit également être menée pour déterminer la date et l'horaire de l'apport des déchets pour que l'ensemble des conditions soient réunies pour une gestion correcte des déchets.

- CONDITIONS D'ADMISSIBILITÉ

Les terres doivent avoir fait l'objet d'analyses pour attester de leur caractère non dangereux et donc leur acceptabilité sur l'installation. La réalisation de l'analyse est à la charge du producteur du déchet. Son coût approximatif est de 450 € HT. Les valeurs seuils maximum à respecter sont celles de l'annexe II de [l'Arrêté du 12 décembre 2014](#) relatif aux conditions d'admission des déchets inertes dans les installations relevant des rubriques 2515, 2516, 2517 et dans les installations de stockage de déchets inertes relevant de la rubrique 2760 de la nomenclature des installations classées. Le code déchet utilisé pour la réception de terres en ISDND sera majoritairement le

code 17 05 04 correspondant aux « Terres et cailloux autres que ceux visés à la rubrique 17 05 03 ». Selon les installations, des analyses d'autres substances peuvent être demandées.

Si de la Renouée du Japon s'est développée sur un site pollué, alors les terres excavées pour gérer la renouée pourront être considérées comme un déchet dangereux et devront être envoyées vers une Installation de stockage de déchets dangereux (ISDD). Ce sont les valeurs résultant des analyses menées en application de [l'Arrêté du 12 décembre 2014](#) qui déterminent si ces terres sont considérées comme des déchets dangereux ou non.

CE QU'IL FAUT RETENIR

Les installations de stockage de déchets non dangereux ne peuvent recevoir que des déchets ultimes, ne pouvant être valorisés autrement. Concernant les EEE, il s'agit donc uniquement de terres contenant des rhizomes ou des graines. Les ISDND sont soumises à la réglementation des installations classées pour la protection de l'environnement. Elles doivent donc respecter un certain nombre de dispositions visant à empêcher les risques de pollution de l'eau, de l'air ou du sol.

Pour être reçues, les terres doivent avoir fait l'objet d'analyses visant à s'assurer de leur caractère non dangereux et donc la possibilité de les recevoir en ISDND. Il est important de prendre certaines précautions avant d'envoyer des terres contaminées par des EEE vers ces installations : assurance du stockage des terres dans un casier et non pour utilisation liée aux besoins de l'exploitation, respect des précautions liées au transport, coordination avec l'exploitant de l'installation pour qu'il puisse prendre en charge correctement les chargements à leur arrivée sur le site, en prenant toutes les précautions pour empêcher leur dissémination.

- SOURCES DE LA FICHE

ADEME (2018). *Stockage. Déchets. Passer à l'action.* (<https://www.ademe.fr/expertises/dechets/passer-a-l-action/dossier/stockage/description-procedes>, consulté le 10/11/2021)

LA GESTION DES TERRES DITES “CONTAMINÉES”

Les précédentes filières abordées dans ce guide concernaient principalement les parties aériennes des plantes. La présente partie porte sur la gestion des terres dites « contaminées », qui est une problématique à part entière. Il s'agit ici d'évoquer les exutoires possibles pour les terres contenant des graines ou des fragments (diaspores) d'EEE.

CONTEXTE

Le transport de terres contaminées par des EEE est l'une des principales causes de leur dissémination. Pour les gestionnaires, le traitement de ces terres est complexe en raison de l'absence de réglementation spécifique liée aux terres « contaminées » par des EEE d'une part (voir le chapitre « Cas des terres dites contaminées », p. 21), et d'autre part par une méconnaissance de la présence et de la persistance de leurs diaspores dans les terres. Il apparaît donc difficile de valoriser ces terres dites « contaminées ».

Dans le cadre de l'approfondissement des connaissances sur les méthodes de gestion des terres infestées par les EEE, le Cerema Hauts-de-France a publié un rapport pour la Dreal Hauts-de-France intitulé « Terres végétales et espèces exotiques envahissantes » (Fournier, 2021). Malgré le constat partagé d'un manque de documentation en la matière, deux synthèses franco-phones apparaissent comme les plus complètes : la synthèse documentaire réalisée par le Conservatoire d'espaces naturels Centre-Val de Loire (Trouvé, 2018) et celle de l'Université de Laval au Québec (Lavoie, 2017).

La gestion des terres au sens large est un sujet majeur dans le traitement des déchets à l'échelle nationale, notamment en raison de l'importance des volumes concernés. L'Ademe a publié en 2020 deux guides relatifs à la valorisation hors site des terres excavées dans des projets d'aménagement. Dans la continuité de la mise à jour de ces guides, plusieurs évolutions législatives ont eu lieu ces dernières années, dont la dernière date de 2021. Cette évolution a pour objectif

de permettre la sortie du statut de déchet pour les terres excavées et sédiments ayant fait l'objet d'une préparation en vue d'une utilisation en génie civil ou en aménagement. Elle est traduite par l'[Arrêté ministériel du 4 juin 2021](#) fixant les critères de sortie du statut de déchet pour les terres excavées et sédiments ayant fait l'objet d'une préparation. Cependant, aucune analyse n'est demandée pour attester de l'absence de diaspore d'EEE dans ces terres ou sédiments, représentant donc un risque important de dissémination d'EEE.

S'il n'est pas toujours possible de confirmer l'absence d'une contamination par des EEE, plusieurs bonnes pratiques peuvent toutefois être appliquées en cas d'utilisation de terres sur un site géré : réalisation d'inventaire botanique sur l'emprise et les abords du site, information sur l'historique des terres utilisées (origine et fonction), contrôles visuels réguliers de la présence d'EEE, sur et à proximité des terres, prélèvements de terres pour contrôler l'absence de diaspores, etc.

En raison de l'impossibilité de connaître précisément la composition des banques de graines¹⁹ présentes, ces contrôles ne pourront pas garantir l'innocuité des terres mais contribueront à limiter le risque d'apparition de nouvelles zones colonisées par des EEE, en permettant d'intervenir dès l'apparition des plantules.

19 Voir glossaire

COMPLÉMENT DE RÈGLEMENTATION

Comme indiqué dans la partie dédiée à la réglementation, il n'existe pas de réglementation spécifique concernant la gestion des déchets de terres « contaminées » par des EEE. C'est donc au gestionnaire de prendre toutes les précautions nécessaires pour éviter tout risque de dissémination des espèces présentes dans les déchets qu'il produit, conformément à l'[article L.541-2](#) du Code de l'environnement, rappelant que « *tout producteur ou détenteur de déchets est responsable de la gestion de ces déchets jusqu'à leur élimination ou valorisation finale, même lorsque le déchet est transféré à des fins de traitement à un tiers* ».

Aussi, en matière de gestion des déchets, les terres contaminées répondent aux mêmes règles générales que les parties aériennes, exceptées celles relatives aux biodéchets. Leur gestion doit donc être réalisée en tenant compte des obligations réglementaires et des risques de réapparition d'une EEE considérée. À ce titre une valorisation de ces terres n'est pas permise dès lors qu'elle est susceptible de constituer une source de dissémination de l'EEE en question. Si un traitement ou une

élimination est envisagée, celle-ci devra s'effectuer dans des conditions fixées par les exploitants de l'installation en mesure de les traiter, en s'assurant de l'innocuité des terres une fois traitées.

Lorsqu'aucune valorisation ne semble possible sans risque de dissémination, seule une élimination dans des conditions définies par l'exploitant de l'installation d'élimination ou du maître d'œuvre (accompagné par un botaniste) apparaît possible au regard des obligations imposées au producteur/détenteur par l'article L.541-2 et par le 3° du II de l'article L.541-1 (« *assurer que la gestion des déchets se fait sans mettre en danger la santé humaine et sans nuire à l'environnement, notamment sans créer de risque pour l'eau, l'air, le sol, la faune ou la flore...* »).

Comme pour les parties aériennes, le transport de terres contenant des diasporas d'EEE réglementées à l'échelle nationale, est interdit à l'exception du « *transport des spécimens collectés vers les sites de destruction* » ([article L.411-8 du CE](#)).

FILIÈRES DE TRAITEMENT ENVISAGEABLES

EXPORT ET DÉPÔT EN INSTALLATION DE STOCKAGE

La filière de traitement permettant d'assurer une absence de dissémination certaine est l'ISDND (voir la fiche « Stockage en ISDND », p. 86). En raison des caractéristiques de l'installation précédemment décrites (barrières de sécurité active et passive), celle-ci permet d'assurer le confinement total du déchet et des diasporas, sous réserve de la mise en place d'un protocole spécifique par l'exploitant de l'installation, assurant le recouvrement rapide des terres apportées par d'autres déchets, empêchant tout risque d'envol et mettant les diasporas dans des conditions défavorables à leur développement ou leur survie. L'intérêt de l'ISDND est que le déchet, une fois stocké, n'aura plus vocation à être déplacé et sera confiné à l'intérieur du massif de

déchets. L'isolement des déchets, la fermentation, la montée en température, et la forte présence d'humidité dévitaliseront ces diasporas.

Pour s'assurer de la bonne prise en compte par l'exploitant de l'installation de la présence d'EEE dans les terres, celui-ci doit en être informé explicitement, et le producteur des déchets doit s'assurer du protocole mis en place pour recevoir et traiter les terres.

Les précautions liées au transport devront être mises en œuvre, telles que mentionnées dans la partie « *Transport et acheminement* », p. 34.

L'installation de stockage de déchets inertes (ISDI) est aujourd'hui régulièrement utilisée pour y stocker des terres contenant des diaspores d'EEE. Même si une fois les terres stockées, le risque de dissémination est fortement réduit, l'absence de barrières de sécurité entre les déchets et les sol et sous-sol, puis le réaménagement des installations, à vocation agricole ou autre, ne permettent pas de limiter le risque de dissémination de manière certaine. Si ce type d'exutoire devait être utilisé, de multiples précautions devraient être prises.

Au coût de terrassement et de transport s'ajoute celui de la mise en installation de stockage de déchets non dangereux. Celui-ci est d'environ 100 à 150 € HT/m³ (Moiroud *et al.*, 2019). Son efficacité est incontestable mais hormis son coût élevé, elle immobilise des terres potentiellement utilisables si elles étaient convenablement traitées.

MÉTHODES DE TRAITEMENT *IN SITU* DES TERRES CONTAMINÉES

Avant de recourir à la solution de l'export et de l'envoi en installation de stockage de déchets, plusieurs solutions de traitement *in situ* doivent être étudiées pour envisager une valorisation de ces terres.

Les différentes solutions de traitement des terres envenues connues aujourd'hui sont présentées ci-après.

CRIBLAGE CONCASSAGE

Cette méthode en deux étapes s'applique plus particulièrement aux espèces produisant des rhizomes pour des volumes de terre importants, de l'ordre de plusieurs milliers à dizaines de milliers de mètres cubes. Pour cela, une logistique importante est nécessaire, consistant notamment à la mise en place d'une plateforme de traitement. Tout d'abord, les terres à traiter vont passer dans un cribleur, qui va agir comme un tamis afin de séparer la partie fine de la partie grossière.

Une fois séparées :

- la partie fine est mise en dépôt pour un test de culture durant six semaines. Si une absence de reprise végétative est observée, la terre peut être utilisée comme terre végétale (à condition d'un contrôle visant à vérifier l'absence d'autre EEE) ou sinon mise en dépôt définitif dans des ISDI (Moiroud *et al.*, 2019) ;
- la partie grossière est mise dans un concasseur monté en circuit fermé. L'intérêt du circuit fermé est que tant que ce qui sort du concasseur n'a pas la taille requise, il est réinjecté dans le process jusqu'à obtenir la taille voulue. Une fois l'opération achevée, le résultat est également mis en dépôt pour un test de culture durant six semaines (Moiroud *et al.*, 2019).

Les essais menés sur la Renouée du Japon ont montré qu'une maille de 0-10 mm était nécessaire pour ces deux étapes afin d'obtenir une dévitalisation immédiate des rhizomes. Concernant les rendements, les auteurs de l'étude indiquent un rendement de 500 à 700 m³ de terre par jour pour la première étape, et jusqu'à 400 à 600 tonnes par jour pour le concassage de la partie grossière (Moiroud *et al.*, 2019). Le rendement et l'efficacité de cette technique dépendent toutefois du taux d'humidité du sol, de sa composition, ainsi que de son hétérogénéité notamment sa proportion de matériel solide (pierres, gravats, etc.). Ainsi, l'humidité aura tendance à diminuer le rendement du criblage même si elle favorise la prolifération des champignons nécessaires à la dégradation des rhizomes de renouée (Clavel, 2020). À partir de 25 % de teneur en eau, le criblage est donc déconseillé.

L'un des principaux avantages de ce procédé consiste en la réutilisation immédiate des terres ou leur mise en décharge dans une installation de stockage de déchets inertes (coût d'environ 13 €/m³ pour les inertes de classe 3, contre 100 à 150 €/m³ pour les déchets dits non dangereux de classe 2, lorsqu'aucune filière de valorisation n'est identifiée) (Moiroud, 2017). Le coût du criblage-concassage comprend un prix fixe d'installation des engins de chantier sur le site, plus le coût de traitement du volume de terre (Tableau 7).

TABLEAU 7

Exemple de coût pour le traitement d'un volume de 7 000 à 20 000 m³ de renouées. Un coût standard est difficile à estimer car il dépend de la nature du matériau traité (extrait de Moiroud et al., 2019)

DÉCOMPOSITION DU PRIX	COÛT (H.T.)
INSTALLATION DU CRIBLEUR	1 000 à 1 500 €
INSTALLATION DU CONCASSEUR À CIRCUIT FERMÉ	1 200 à 5 500 €
CRIBLAGE à 10 mm	5 à 8 €/m ³
CONCASSAGE à 0/10 mm	10 à 15 €/m ³
FORFAIT DE CONTRÔLE SEMI-QUANTITATIF ET MISE EN CULTURE DES MATÉRIAUX FINS	1 000 à 2 000 €

CONCASSAGE-BÂCHAGE

Cette méthode a été développée par Mireille Boyer sur des chantiers portés par des gestionnaires de rivières pour éliminer des renouées du Japon (Boyer, 2019 ; Boyer, 2016a). Elle mobilise des engins de travaux publics et elle est adaptée à des volumes de matériaux allant de quelques centaines à milliers de mètres cubes. Le traitement peut être réalisé *in situ* ou sur une plateforme dédiée. La dévitalisation des rhizomes n'étant pas immédiate, comme dans le cas du criblage concassage, et les matériaux concassés doivent donc être bâchés avec un matériau résistant et opaque pendant environ 18 mois. À l'issue de cette période, la bâche est retirée et les terres se revégétalisent spontanément. Le concassage peut être réalisé avec différents types d'outils faciles à transporter (godet concasseur, broyeur à pierre). Le domaine d'application est surtout celui de l'élimination des renouées dans les espaces naturels pour stopper des débuts d'invasion. Elle peut aussi être utilisée pour traiter des terres envahies dans le cadre d'autres chantiers.

Dans le cas des renouées, le concassage implique nécessairement le décaissement des terres, car les rhizomes sont présents jusqu'à un mètre de profondeur et aucun outil de concassage ne peut pénétrer si profondément. Cette technique a également été testée avec succès sur les cannes de Provence (*Arundo donax*), et cela sans décaissement des sols et dans un délai beaucoup plus court (6 mois), car leurs rhizomes sont plus superficiels et moins résistants au broyage que ceux des renouées (Barthod et Boyer, 2017).

Ce type de chantier fait appel à de l'ingénierie. Les coûts sont très variables et dépendent étroitement des conditions d'accès aux sites à traiter. Ils vont de quelques dizaines à centaines d'euros HT par m³ traités auquel il convient d'ajouter le coût d'installation et de suivi de la bâche pendant 18 mois pour garantir l'efficacité de la méthode.





Site envahi par les renouées du Japon traité *in situ* par la technique du concassage-bâchage, les matériaux n'étant pas exportables du fait de la faible portance des sols. Une clôture temporaire a dû être installée pour éviter le perçage de la bâche par le passage de la faune sauvage. Des grumes ont été placées sur les zones de chevauchement des lés pour éviter un glissement des bâches avec le vent. © Aquabio



ENFOISSEMENT DE TERRE SUR PLACE

La terre contaminée est excavée puis déplacée dans une fosse préalablement creusée pour contenir le matériau contaminé. La terre contaminée doit se retrouver à une profondeur suffisante pour que les rhizomes ou graines présents ne puissent plus se développer. Une couche de matériau sain vient ensuite recouvrir la terre contaminée. La profondeur d'enfouissement semble varier selon les espèces. Régulièrement mis en œuvre par les gestionnaires, il existe cependant peu d'expérimentations documentées et ayant fait l'objet d'un suivi.

Toute opération d'enfouissement de terres sur site doit être faite en prenant en compte l'impact écologique de celui-ci. La zone dédiée doit être préconisée par un écologue en s'assurant notamment de l'absence d'espèces protégées.

Cette solution peut s'appliquer, notamment dans le cadre de chantiers de terrassement où le sol aura vocation à être imperméabilisé ensuite. Elle est en revanche déconseillée en milieu naturel en raison de l'impact qu'aura l'opération sur la structuration des sols et les processus écologiques qui en découlent.

ENCAPSULATION

Cette méthode de traitement se rapproche de celle de l'enfouissement, si ce n'est que la fosse d'accueil de la terre contaminée va être préalablement tapissée de sable, puis une fois la terre contaminée déposée, une membrane géotechnique est installée entre la terre contaminée et la couche de terre saine. L'encapsulation est une solution très utilisée au Royaume-Uni, et recommandée par l'*Environment Agency* (2013) pour le traitement des renouées lorsqu'il est impossible d'enfouir les terres contaminées à 5 m de profondeur.

Si cette solution est conseillée au Royaume-Uni, elle n'apparaît pas comme une réponse adaptée en raison de l'artificialisation induite par l'encapsulation, et doit donc être uniquement utilisée en l'absence de toute autre solution.

PRÉCONISATIONS ET PRÉCAUTIONS

Tout d'abord, il convient de déterminer si l'extraction des terres contenant des diaspores d'EEE est indispensable ou si des méthodes alternatives de traitement *in situ* peuvent être mises en place. Si l'excavation peut être évitée, les pratiques les plus fréquentes concernent le semis ou la plantation d'espèces concurrentes des espèces à gérer ou encore la couverture des surfaces par une bâche ou des géotextiles résistants, puis par le semis d'espèces locales une fois les rhizomes ou la banque de graines épuisés.

Si l'excavation des terres est nécessaire, celle-ci doit être minutieusement réalisée. En effet, selon les espèces, les graines produites par les plantes peuvent se disséminer sur de longues distances, mais sont encore plus présentes au plus proche des pieds mères. Les rhizomes sont très souvent étendus sur un périmètre plus grand que les parties aériennes. C'est pourquoi, en fonction de l'espèce et du contexte, il est important de déterminer le rayon et la profondeur sur lesquels les terres doivent être excavées pour extraire la plus grande part des diaspores d'EEE.

Dans tous les cas, l'accompagnement d'un botaniste ou d'un écologue est indispensable pour suivre l'ensemble des opérations, notamment pour l'identification et la communication auprès du personnel.

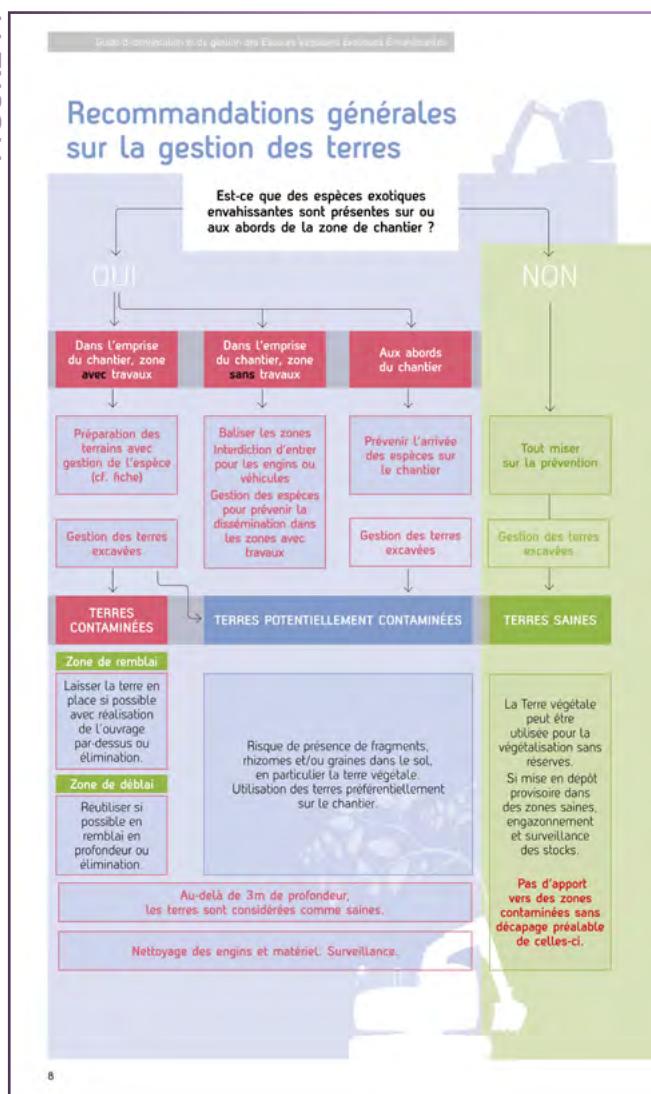
Si la terre doit être excavée, mais qu'elle peut être réutilisée sur site, il conviendra de définir :

- les modalités de stockage temporaire si nécessaire ;
- la localisation et la profondeur où les terres doivent être enfouies (ex : sous de futures fondations).

Par exemple d'après un document du « Cercle exotique », organisme suisse qui accompagne les cantons dans la gestion des EEE, des recommandations de gestion des terres pour 11 espèces ont été émises (Cercle exotique, 2016). Il est notamment recommandé pour le Sumac d'excaver à un mètre de profondeur sur un rayon de 10 mètres autour de la plante ou de la population. Chez les renouées asiatiques, la partie souterraine et vivace peut constituer jusqu'aux deux tiers de leur biomasse et comprend essentiellement des rhizomes. Les densités de rhizomes mesurées dans quelques sols alluviaux vont de 30 m/m³ à 300 m/m³. Une confusion

Exemple de recommandations issues du Guide d'identification et de gestion des espèces végétales envahissantes sur les travaux de chantier public (2016)

FIGURE 14



entre les racines, qui ne se bouturent pas et les rhizomes, qui se bouturent, a amené plusieurs auteurs, ou traducteurs, à rapporter de manière inexacte que ces derniers pouvaient être présents à plusieurs mètres de profondeur. En réalité, dans la plupart des sols naturels, ces organes de réserve et de dissémination s'étendent rarement au-delà d'un mètre de profondeur et sont particulièrement denses en surface. La densité de rhizomes est forte jusqu'à une distance de 2 à 3 m au-delà des dernières tiges, puis on ne rencontre plus que des rhizomes erratiques souvent plus superficiels et parfois jusqu'à 7 m des dernières tiges (Boyer, 2016b).

Le traitement des terres végétales contaminées par les EEE est souvent coûteux du fait du volume de terre à traiter et du matériel utilisé. Ces éléments doivent donc être pris en compte très tôt dans la réalisation du budget prévisionnel associé à l'intervention. De plus, les opérations de débâlements génèrent de véritables difficultés pour déterminer les volumes réels de sols infestés à traiter et une méconnaissance de la partie souterraine conduit d'ailleurs régulièrement les maîtres d'œuvre à majorer excessivement la profondeur déblayée ou à prendre en compte de manière inappropriée l'expansion latérale des rhizomes. Une étude préalable du profil du sol peut permettre d'évaluer la profondeur à déblayer lors d'un chantier, toutefois il est impossible de définir préalablement l'étendue réelle des superficies infestées. La majoration systématique du débâlement peut alors conduire à des surcoûts très importants. Il est donc généralement préconisé de procéder à une organisation

du chantier en plusieurs phases : une phase initiale de travaux, suivie de plusieurs nouvelles interventions qualifiées de « reprises » pour venir à bout des repousses de rhizomes erratiques (Boyer, 2016a).

Si la terre doit être excavée et exportée en dehors du site, celle-ci ne devra être transportée que vers une installation d'élimination adaptée aux espèces dont les diaspores sont présentes ou susceptibles de l'être dans ces terres. La réception et le traitement des déchets sur l'installation doivent alors faire l'objet d'un protocole spécifique pour gérer le risque de dissémination. L'export des terres excavées pour une valorisation hors site n'est pas possible car elle ne permet pas de garantir le maintien de la qualité des sols de la zone de valorisation sur le site receveur, notamment en raison de la présence potentielle de diaspores d'EEE.

CE QU'IL FAUT RETENIR

Les déplacements de terres constituent d'importantes voies de dissémination de plantes exotiques envahissantes, que ce soit par le déplacement de graines ou de rhizomes. Pour autant, aucune réglementation spécifique n'existe pour encadrer la gestion de ces déchets. Seule la réglementation nationale relative aux EEE est applicable aux diaspores que l'on peut trouver dans les terres.

Pour limiter au maximum les risques de dissémination, il est recommandé dans un premier temps de ne pas excaver les terres « contaminées ». Si leur excavation est nécessaire, il est préconisé de traiter ces terres directement sur la parcelle en prenant les dispositions nécessaires pour empêcher la reprise, voire la dissémination des plantes exotiques envahissantes, telles qu'un semis immédiat d'espèces indigènes concurrentielles ou une gestion spécifique par lot de terres. Le transport des terres doit s'effectuer en dernier recours et vers un exutoire adapté, en appliquant toutes les mesures nécessaires pendant le transport et sur l'installation de traitement pour limiter tout risque de dissémination.

MÉTHODES ALTERNATIVES DE TRAITEMENT

D'autres techniques de valorisation de la biomasse végétale des plantes exotiques envahissantes extraites suite à des interventions de gestion dans le milieu naturel sont expérimentées depuis quelques années. Ces méthodes permettent de ne plus considérer simplement les rémanents de gestion comme des déchets dont il faut se débarrasser, mais plutôt comme des ressources. Ce changement de paradigme doit nécessairement s'accompagner de la prise en compte des enjeux et risques associés à cette valorisation économique (voir encadré, p. 8 et UICN Comité français, 2018).

Plusieurs projets utilisant les déchets de plantes exotiques envahissantes extraits des milieux naturels

par des gestionnaires ont vu le jour et proposent des pistes de valorisation alternatives à explorer, cherchant à réduire le coût du traitement de ces déchets, voire celui de la gestion, tout en prenant en compte les risques associés.

La plupart des projets de cette nature développés sur le territoire français s'intéressent à une valorisation chimique, alimentaire ou permettant la création de matière première. Les exemples présentés ci-dessous illustrent la diversité des EEE valorisables et des techniques employées, ainsi que les différents contextes, objectifs et échelles de ces projets.

VALORISATION CHIMIQUE

Cette méthode de valorisation consiste le plus généralement à extraire des composés présents naturellement dans les végétaux et potentiellement intéressants pour les industries pharmaceutique, cosmétique, nutraceutique ou encore chimique. Ces industries se basent sur des procédés utilisant du matériel végétal et les plantes exotiques envahissantes ne font pas exception. En homéopathie par exemple, certains élixirs utilisent, au même titre que d'autres espèces plus locales, la Mimule (*Mimulus guttatus*) et la Balsamine de l'Himalaya pour la réalisation de macérations.

Des recherches ont montré que les rhizomes de Renouée du Japon contiennent du resvératrol, qui est un antioxydant naturel (Chatel *et al.* 2019). Dans plusieurs pays, la Jacinthe d'eau est utilisée comme agent de dépollution en raison de ses capacités à absorber et accumuler les métaux lourds dans l'environnement. La découverte de nouvelles propriétés d'intérêt est l'un des objectifs des chercheurs du Laboratoire environnements, dynamiques et territoires de la montagne (EDYTEM, Uni-

versité Savoie Mont Blanc et CNRS) dans leurs travaux pour inventorier et valoriser d'autres plantes problématiques sur le territoire Savoie Mont Blanc à travers le projet InvaVAL. D'autres exemples d'application sont présentés dans les encarts suivants.



Elixir de Griffes de sorcière

La pulpe contenue dans les feuilles de *Carposina* sp. renferme de nombreux tanins, flavonoïdes et acides organiques qui intéressent les industries cosmétique et pharmaceutique. La présence de substances ayant des propriétés anticancéreuses a été découverte dans des extraits méthanoliques de *C. edulis* (Ordway *et al.*, 2003) et des propriétés antibactériennes lui ont été attribuées (Van der Watt et Pretorius, 2001). Le potentiel de cet extrait végétal dans la prévention des maladies neurodégénératives est en cours d'étude (Zarrouk *et al.*, 2019).

Selon les travaux des laboratoires de biologie végétale Yves Rocher, l'eau cellulaire de *Carpobrotus edulis* est riche en molécules actives et permet une meilleure réhydratation de l'épiderme, en comparaison de la glycérine qui est couramment utilisée en cosmétique pour son effet hydratant (Mervoyer et Bastin, 2021). D'autres efficacités ont été démontrées sur l'amélioration de la fonction barrière et la captation de l'eau grâce à une augmentation de l'acide hyaluronique. La plante intègre déjà des produits de la marque, qui a déposé un brevet d'invention en 2013. Pour leurs préparations, les laboratoires procèdent à une culture contrôlée et sous serre de la plante. Cependant, depuis 2019, des travaux sont réalisés en collaboration avec le CBN de Brest pour évaluer les possibilités d'approvisionnement à partir des populations de *Carpobrotus* sp., largement présentes sur les côtes bretonnes.



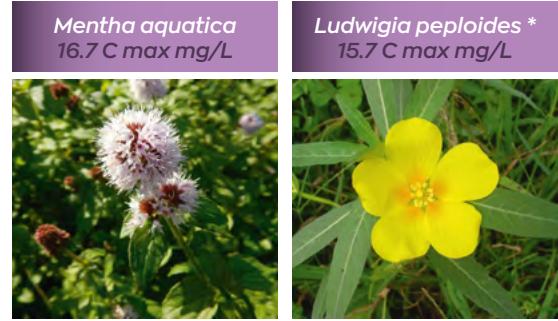
Carpobrotus sp. © E. Mazaubert

sion via cet usage. Après utilisation, les filtres végétaux enrichis en éléments métalliques (métaux de transition, terres rares) sont transformés en écocatalyseurs pour la synthèse de molécules recherchées telles que des antimitotiques, ADN et ARN coiffés, agents de biocontrôle, insecticides de nouvelle génération, cosmétiques et intermédiaires-clés de l'industrie chimique (Grison et Le Blainvaux, 2021).

Exemple de capacités maximales (C max) de biosorption du fer par les filtres végétaux issus des EEE (*) et d'autres biomatériaux (données transmises par le laboratoire ChimEco, Claude Grison, 2021) :

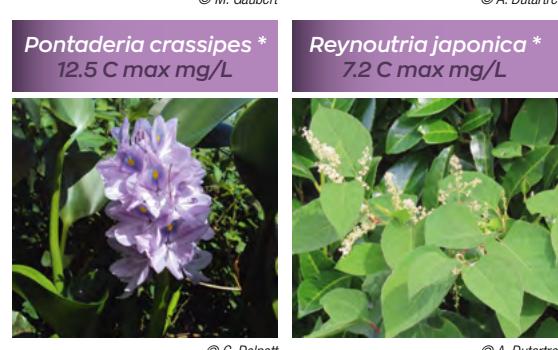


© A. Dutartre



© M. Gaubert

© A. Dutartre



© C. Delnatt

© A. Dutartre



© M. Freudenreich

© J. Haslam



Filtres végétaux bio-inspirés

Le laboratoire Chimie bio-inspirée et d'Innovations écologiques (ChimEco UMR 5021 CNRS-Université de Montpellier) et l'entreprise Bioinspir se sont associés début 2020, pour développer à grande échelle un système de dépollution d'effluents contaminés par les éléments métalliques à base de plantes exotiques envahissantes (Grison, comm. pers., 2021). Le laboratoire utilise notamment des racines de plantes aquatiques capables de fixer les métaux de transition. Des essais sont menés sur des racines de jussies exotiques, de Laitue d'eau (*Pistia stratiotes*) et de Jacinthe d'eau mais aussi de Renouée du Japon. Les EEE sont récoltées auprès des gestionnaires des bassins versants et des affluents, puis transformées en filtres végétaux capables de retenir sélectivement les éléments métalliques polluants. L'utilisation de racines mortes, sous forme de poudre végétale, empêche tout risque de disper-

VALORISATION ALIMENTAIRE

Si certaines plantes exotiques envahissantes ont été introduites volontairement pour l'alimentation humaine, comme le Topinambour (*Helianthus tuberosus*), d'autres espèces sont également comestibles et peuvent parfois être valorisées culinairement (Couplan, 2015). Consommer les EEE présentes dans le milieu naturel pour atténuer leurs impacts n'est pas une idée nouvelle, elle a d'ailleurs donné lieu au mouvement « invasivore », et plusieurs livres de recettes. Confiture de Renouée, sirop de Robinier faux-acacia, complément alimentaire à base de Kudzu (*Pueraria montana*), etc. : si ces initiatives sont souvent sans objectif économique affiché et résultent plutôt en des applications à de petites quantités, il n'en reste pas moins qu'elles participent à l'émergence de nouvelles filières économiques (IUCN Comité français, 2018). Elles restent jusque-là anecdotiques et déployées à des échelles très locales.



Alcool d'Agave artisanal

Dans le cadre de l'arrachage des agaves d'Amérique (*Agave americana*) sur les îles du Frioul (Bouches-du-Rhône) réalisé dans le cadre du projet LIFE Habitats Calanques (2017-2022), l'association REVEEAL s'est lancée dans une collaboration avec le Parc national des Calanques pour valoriser ces agaves sous la forme de boissons alcoolisées. En 2020, 1,5 tonnes de coeurs d'agaves ont ainsi été récupérées et transformées grâce au savoir-faire artisanal de REVEEAL et d'une distillerie artisanale située dans le sud de la France. Les feuilles sont laissées pour être compostées et les coeurs d'agaves sont cuits durant plusieurs jours, puis découpés à la main et pressés, avant de fermenter en plein soleil. La distillation dure environ deux jours, puis l'alcool récolté est ensuite dilué pour titrer le produit à 45 % vol. Une centaine de bouteilles de distillat d'*Agave americana*, ainsi que de l'eau de vie à l'agave ont ainsi pu être commercialisées par l'association. Dans un entretien (Bellier, 2020), l'association marseillaise indiquait s'intéresser également à une autre espèce envahissante locale : le Figuier de Barbarie, qui fait également l'objet de chantiers d'arrachage dans la région.

Une autre boisson fermentée, le pulque, peut également être produite à partir de l'Agave et est communément consommée au Mexique (Couplan, 2015).

VALORISATION DE LA MATIÈRE PREMIÈRE

Comme cela a déjà été mentionné à plusieurs reprises dans ce guide, la matière ligneuse n'est pas très adaptée à des traitements de type compostage ou méthanisation et il est souvent préférable de réutiliser les bois des arbres et arbustes envahissants (Acacia, Goyavier-fraise, Robinier faux-acacia, Acajou amer, etc.) sous forme de matière première ou de combustible. Le bois et les feuilles du Sénéçon en arbre contiennent par exemple des substances volatiles inflammables qui rendent leur brûlage très aisé. Outre les valorisations

sous la forme de broyat, paillis ou plaquettes, le bois d'abattage peut être utilisé pour créer de nouveaux aménagements en génie écologique, comme des clôtures et des barrières végétales, mais aussi du mobilier urbain (banc, nichoir, support pédagogique, etc.) ou encore des sculptures à vocation plus artistiques. Un guide réalisé par Plante & Cité propose ainsi différentes pistes pour la valorisation des arbres après abattage, essouffrage ou dévitalisation (Bortoli et Guérin, 2021).

En Guadeloupe, les cannes de Bambou commun (*Bambusa vulgaris*) extraites au cœur du Parc national de la Guadeloupe ont été valorisées pour des utilisations en construction, en artisanat et en agriculture (Sarat *et al.*, 2017). D'autres utilisations sont possibles comme l'usage de la Jacinthe d'eau ou du *Typha* pour la vannerie (voir la synthèse bibliographique de Calestreme (2002), pour les utilisations de *Typha australis*). Le bois de Robinier faux-acacia peut être utilisé pour la fabrication de piquets de clôtures.

Au sein des ateliers LUMA, dans le Sud-Est de la France, les designers du Club des Plantes Invasives développent localement des projets intégrant dans leur conception les espèces végétales envahissantes présentes dans la région (fabrication de mobilier à base de tiges de renouées asiatiques, extraction de colorants et de fibres végétales).



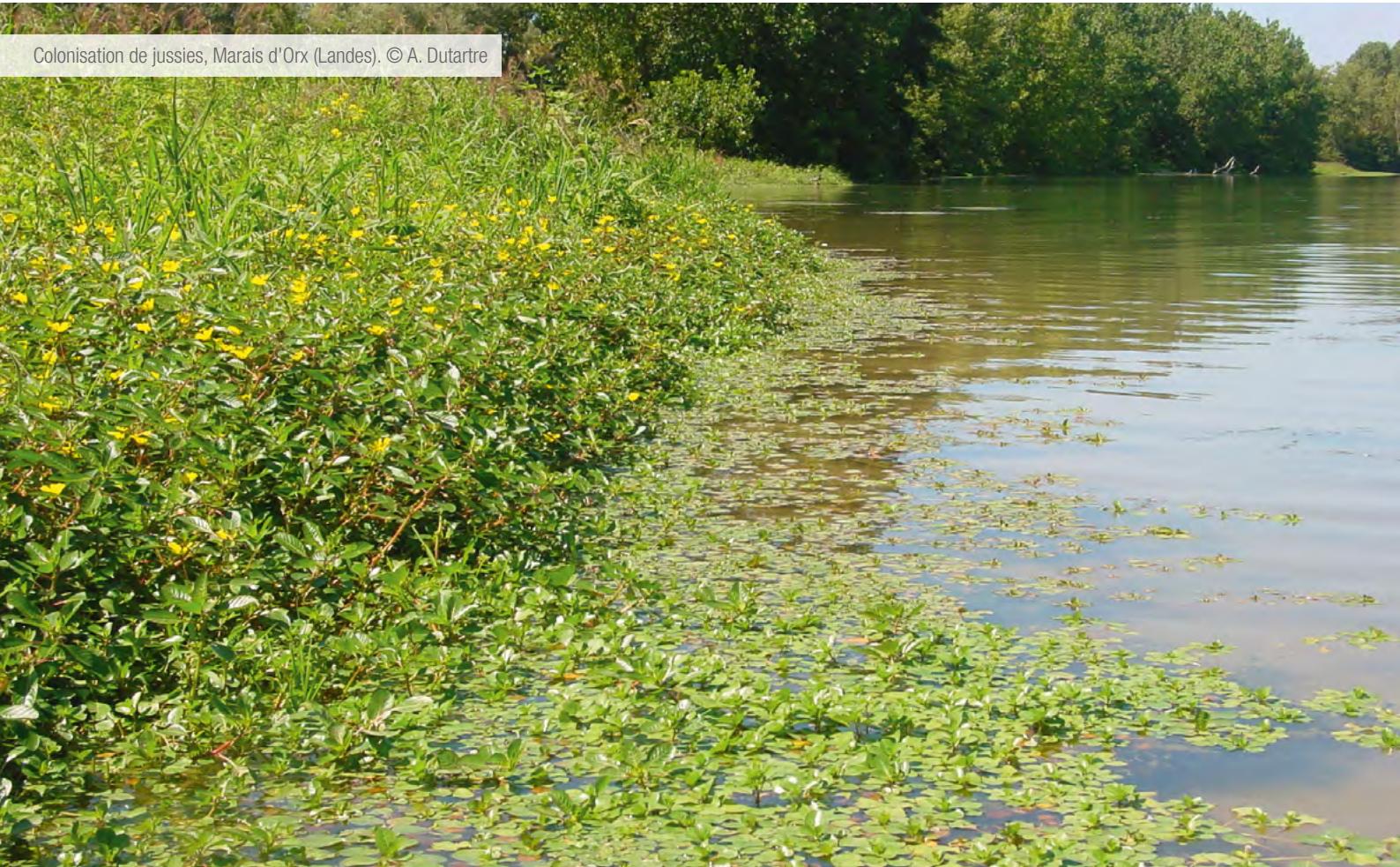
Parchemin de jussies

Dans le cadre des actions d'arrachage de la jussie sur le Marais du Vigueirat, un atelier de transformation artisanal de la jussie en papier avait été élaboré par l'association les Amis des Marais du Vigueirat (Fleury *et al.*, 2015). Des études de faisabilité ont été réalisées par l'association l'Art du trait et l'École internationale du papier Pagora. En 2013, des travaux d'aménagement ont débuté mais l'atelier n'a pas pu être mis en place, faute de financement pour la mise en norme du bâtiment. Ce travail a toutefois permis de mettre en place le procédé et les différentes étapes de transformation, ainsi que le renseignement de l'équipement requis, dans une fiche ressource disponible en ligne :

Fleury, L. et Pascal M., 2015. Contrôle de la jussie sur le canal du Vigueirat. Expérimentation des Amis du Marais du Vigueirat. Fiche 9 : Valorisation de la jussie en papier après arrachage. ISBN 2-916426-16-7



Colonisation de jussies, Marais d'Orx (Landes). © A. Dutarte



PRÉCONISATIONS PAR GRANDS TYPES D'ESPÈCES

**Modalités de
traitement pour les
plantes aquatiques
d'eau douce**

p. 105

**Modalités de
traitement pour les
plantes terrestres**

p. 109

Synthèse générale

p. 111

**Tableau récapitulatif
par espèce**

p. 112

Cette partie a été rédigée par :
Valentin Condal, SUEZ Recyclage et Valorisation
Madeleine Freudenreich, Comité français de l'IUCN

Avec les contributions de :
Arnaud Albert (Office français de la biodiversité),
Patrick Barrière (CEN de Nouvelle-Calédonie),
Jérôme Dao (CBN des Pyrénées et Midi-Pyrénées),
Alain Dutartre (expert indépendant), Marie Duval
(CBN de Lorraine), Laure-Line Lafille (CEN de
Nouvelle-Calédonie), Emmanuelle Sarat (Comité
français de l'IUCN), Sylvie Varay (Fédération des
CEN)

Selon les conditions environnementales dans lesquelles les végétaux se développent et de certains de leurs traits communs, les EEE peuvent être catégorisées selon différents grands types d'espèces. Un tel regroupement par catégories permet d'établir des recommandations générales concernant leurs modalités de traitement ultérieur, pour acheminer des espèces aux caractéristiques similaires vers des exutoires adaptés.

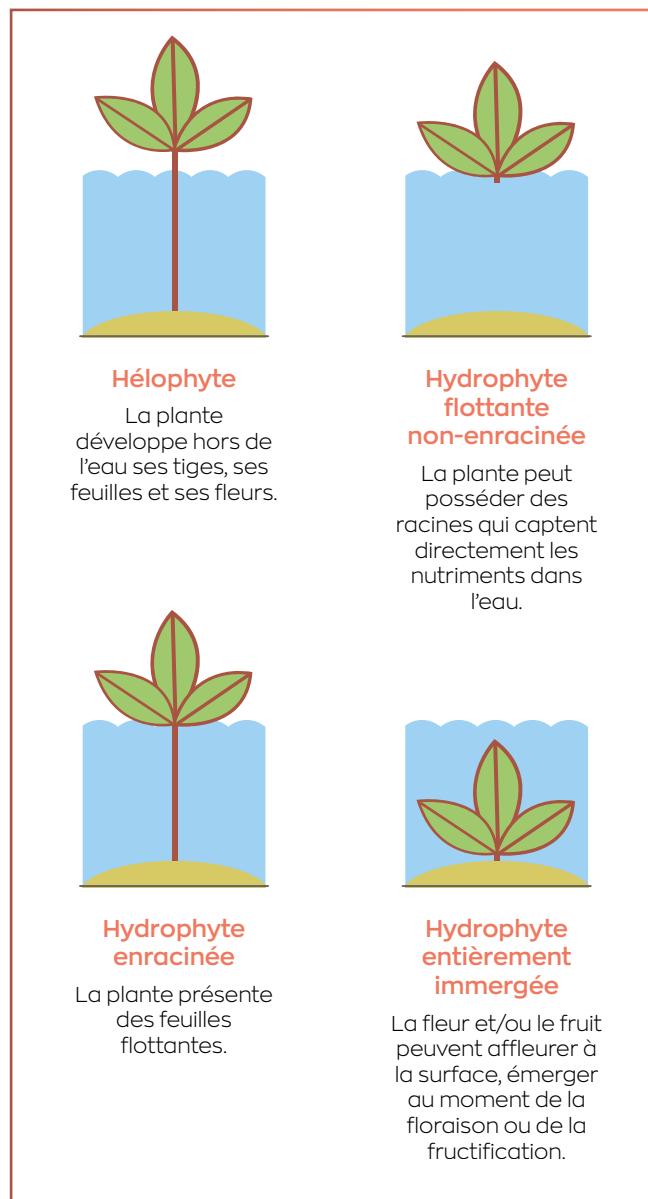
Dans la présente synthèse des connaissances, seules les plantes d'eau douce ou terrestres ont été considérées. En fonction de la disponibilité de retours d'expérience pour chaque grand type, les informations sont plus ou moins précises.

Un tableau, disponible à la fin de ce chapitre, synthétise les grandes généralités selon les types de plantes évoqués, leur stade de développement et leur mode de reproduction.

MODALITÉS DE TRAITEMENT POUR LES PLANTES AQUATIQUES D'EAU DOUCE

Les plantes aquatiques d'eau douce sont des plantes vivant dans un milieu strictement aquatique ou dans un milieu aquatique subissant épisodiquement des baisses de niveau d'eau (ARPE et CBN Méditerranéen, 2009).

Position de la plante par rapport à la surface de l'eau (d'après Dutartre et Rebillard, 2015)



Parmi les plantes de milieux aquatiques d'eau douce, on peut distinguer (Dutartre et Rebillard, 2015) :

► Les hydrophytes

Ces plantes se développent entièrement dans l'eau. On différencie :

- **Les hydrophytes flottantes non enracinées**, dont les feuilles flottent librement à la surface et les racines captent directement les nutriments dans l'eau. Exemples : Jacinthe d'eau, Azolle fausse-fougère (*Azolla filiculoides*), Lentille d'eau (*Lemna minuta*).
- **Les hydrophytes enracinées**, dont les feuilles sont flottantes à la surface de l'eau et les racines sont fixées à un substrat. Exemples : Vanille d'eau (*Aponogeton distachyos*), Lotus d'Orient (*Nelumbo nucifera*).
- **Les hydrophytes entièrement immergées**, dont les feuilles se développent dans le milieu aquatique, à l'exception des fleurs et/ou fruits qui peuvent affleurer à la surface ou émerger lors de la floraison ou fructification. Exemples : Élodées, Grand Lagarosiphon, Éventail de Caroline (*Cabomba caroliniana*)

► Les hélophytes

Ces plantes enracinées développent la majeure partie de leurs appareils végétatif et reproducteur au-dessus des eaux.

Exemples : Lézardelle penchée (*Saururus cernuus*), Jonc marginé (*Juncus marginatus*).

► Les amphibiens

Selon les biotopes, ces plantes enracinées peuvent se développer aussi bien dans les eaux que sur les rives en produisant hors des eaux des tiges rigides. Exemples : jussies, Crassule de Helms, Herbe à alligator (*Alternanthera philoxeroides*).

Azolla filiculoides est une plante hydrophYTE flottante et non-enracinée. © M. Freudenreich



LA DÉPENDANCE AUX MILIEUX HUMIDES

De manière générale, la gestion des déchets issus de plantes aquatiques se révèle bien souvent plus aisée que celle des plantes terrestres, car étant inféodées à un milieu aqueux, leur extraction de ce milieu se révèle souvent fatale à terme. La montée en température et le processus de dessiccation rapide engendrés par le compostage permettent de détruire entièrement les plantes à forte teneur en eau. La gestion de proximité, notamment le compostage de proximité (voir la fiche « gestion de proximité », p. 68), semble ainsi être également une méthode adaptée pour la gestion d'une majorité de déchets de plantes de milieux aquatiques d'eau douce à condition de respecter la réglementation sur ce mode de traitement, et surtout de veiller à maintenir le matériel végétal à distance de toute zone humide pour empêcher toute dissémination vers un milieu aquatique non colonisé.

Les plantes aquatiques immergées (ou hydrophytes immergées), comme le Lagarosiphon ou les élodées, contiennent environ 90 % d'eau et très peu de tissus rigides (Dutartre *et al.*, 2008). Elles sont ainsi très sensibles au stress hydrique. Le séchage de ces plantes permet de réduire fortement le volume et le poids extraits du milieu, et faute de production de graines, les produits issus de ce type de compostage ne présentent pas de risque de reprise.

Les plantes amphibiEs, comme les jussies et le Myriophylle du Brésil (*Myriophyllum aquaticum*), aux teneurs en eau plus faibles et aux tissus plus lignifiés des tiges, résistent mieux à la dessiccation. La mise au compostage de ces plantes peut donc présenter des risques si la montée en température n'est pas suffisante (et/ou homogène) pour détruire les tiges, racines et rhizomes. Ces risques sont annulés si le compost est réalisé dans des conditions adaptées. Pour les jussies, aux capacités élevées de régénération végétative en conditions humides, une attention particulière devra être portée pour l'élimination des reprises possibles de la plante au sein même de l'andain.



Les produits d'extraction devront ainsi être préalablement séchés avant traitement. Au début du processus de compostage, certaines plantes peuvent survivre dans les températures les plus basses aux extrémités de l'andain. Néanmoins, les retournements successifs permettent d'homogénéiser la matière et de dégrader la totalité des plantes.

Pour les plantes aquatiques fixées (hélophytes ou hydrophytes enracinées), leur ancrage dans le substrat, grâce à des racines et/ou rhizomes pouvant aller jusqu'à plus d'un mètre de profondeur selon la nature du support, va présenter plusieurs contraintes pour la gestion. Tout d'abord, la présence de sédiments dans la matière transportée est incompatible avec le compostage ou la méthanisation car il ne s'agit pas nécessairement de matière organique. Les sédiments peuvent endommager mécaniquement le broyeur, mais aussi altérer ou

empêcher le développement des bactéries responsables des processus de traitement des déchets. De plus, ces plantes développent de longues tiges pouvant entraîner un bourrage du broyeur. C'est par exemple le cas des jussies mais aussi du Myriophylle du Brésil qui peut produire des tiges allant jusqu'à 4 mètres de longueur ou du Lagarosiphon dont les tiges peuvent atteindre 5 mètres. Toutefois, il semblerait que ce problème puisse être évité en intégrant ces végétaux à d'autres co-produits (Debril *et al.*, 2005). Pour faciliter le broyage de ces plantes, une autre possibilité consiste à un séchage préalable.

Le Myriophylle du Brésil est une hydrophyte enracinée, dont les tiges peuvent mesurer jusqu'à 4 mètres de longueur. © E. Branquart, SPW Wallonie



DISPERSION ET REPRODUCTION

Le plus fréquent mode de reproduction des plantes exotiques envahissantes aquatiques en France, et plus largement en Europe, constitue une autre facilité pour leur traitement. En effet, la majorité de ces espèces se reproduisent par multiplication végétative, limitant ainsi le risque de germination lors des traitements ultérieurs et en particulier lors du compostage en andain.

Attention néanmoins à la reproduction sexuée de certaines de ces espèces, qui a été observée en France. C'est en particulier le cas des jussies, qui forment fréquemment des capsules portant des graines. Si en début d'installation les populations de jussies ne forment généralement pas de fruits, ces capsules apparaissent après quelques années. Bien que la germination de ces capsules en conditions expérimentales soit bien connue aujourd'hui, elle reste encore mal évaluée en milieu naturel, avec un nombre d'observations sur des populations fertiles encore rare. Cependant les travaux menés sur ce sujet (Dandelot, 2004 ; Dandelot *et al.*, 2005) ont bien montré que cette capacité de germination en milieu naturel pouvait s'étendre progressivement sur le territoire métropolitain. Des études de germination *ex situ* ont mis en évidence la fertilité des graines de diverses populations. Par exemple, des travaux récents menés sur le succès de la reproduction sexuée de près d'une quarantaine de populations de jussies du Val-de-Loire et de milieux proches (Portillo *et al.*, 2021) ont montré que près d'un quart de ces populations étaient fertiles et que ces populations fertiles pouvaient se différencier des stériles par la taille de leurs fleurs. Les risques d'apparitions d'une reproduction sexuée chez d'autres espèces exotiques ne doivent être totalement négligés et une veille sur les acquis de recherche dans ce domaine est souhaitable.

Plusieurs études portant sur les jussies ont également permis d'attester de l'absence de germination des graines à la suite de différentes pratiques de compostage industriel (Dutartre, 2010) en revanche aucune étude n'est actuellement disponible sur la viabilité des graines après un compostage de proximité. Des essais de laboratoire ont montré que la capacité germinative des graines de jussies était détruite à partir de 50 °C (Havet, 2003 ; IIBSN, 2003), pour les autres plantes aquatiques à reproduction sexuée des essais similaires devront être réalisés.

Pour limiter l'apport potentiel de graines dans l'andain ou le méthaniseur, il est recommandé de mettre en œuvre les chantiers de gestion en dehors de la période de floraison/fructification des plantes.

Lors des opérations de compostage, l'homogénéisation des matériaux traités et un contrôle adapté de la température participent également à l'hygiénisation complète du produit final, dans l'objectif d'atteindre une neutralisation totale du pouvoir germinatif des graines compostées à l'issue du traitement.

COMMENT VALORISER LES DÉCHETS DE PLANTES AQUATIQUES ?

Grâce à leur taux d'humidité élevé, l'incorporation de plantes aquatiques peut représenter une facilité pour les plateformes de compostage, en permettant notamment de réduire les besoins d'arrosage des andains et même d'amorcer le compostage sans arrosage (Debril *et al.*, 2005). Toutefois, leurs teneurs en eau peuvent entraîner une augmentation du coût de prise en charge et de transport en raison d'un poids plus élevé que pour des matériaux secs.

Le pH de ces produits, souvent relativement acide, peut nécessiter le mélange avec d'autre déchets pour initier le processus de compostage (Pineau *et al.*, 2017). Il est alors recommandé aux gestionnaires de plateformes de compostage ou aux personnes souhaitant réaliser un compostage de proximité, de préparer pendant l'hiver des stocks de ligneux (matériel facile à stocker sans dégradation : rapport C/N élevé), ou de réutiliser les refus de compostage en tête de processus comme structurant (Le Bozec *et al.*, 1996). Une autre proposition faite par Debril *et al.* (2005) était de déposer le matériel humide sur des andains déjà en compostage puis d'effectuer un retournement. Cette méthode permet une montée rapide en température d'éléments fortement fermentescibles et une réactivation du compostage dans les andains.

Attention, en cas d'une aération insuffisante de l'andain, des phénomènes de fermentation anaérobiose peuvent se produire et être à l'origine d'odeurs indésirables. Les proportions de matières humides et sèches et le nombre de retournements doivent être ajustés pour éviter ce phénomène. En complément du risque de fermentation anaérobiose, l'édification de tas compacts ou épais sont à éviter en présence de diaspores résistantes à la dessiccation, car elles pourraient ainsi survivre assez long-temps pour continuer leur développement et produire des graines.

Une expérimentation réalisée sur des plantes aquatiques indigènes (des potamots) du lac de Madine en Lorraine (Peltre *et al.*, 1996 in Dutartre *et al.*, 2008) avait montré que les teneurs en éléments azotés et carbonés de ces plantes aquatiques étaient susceptibles d'évoluer selon la maturité des plantes. Dans l'étude, il a été indiqué que le rapport C/N étant un peu faible pour le compostage, un mélange de ces plantes aquatiques avait dû être réalisé à volume égal avec de la paille ou du fumier pour permettre l'obtention d'un compost de

qualité. Toutefois, seul le compost obtenu par le mélange avec le fumier avait été considéré comme un « compost correct » (Dutartre *et al.*, 2005). Les auteurs soulignaient un inconvénient majeur pour cette mise en compostage, avec une période de production du fumier principalement hivernale, tandis que la période estivale durant laquelle les plantes aquatiques étaient arrachées était considérée comme non-favorable au compostage (air trop sec).

La méthanisation semble également être un moyen efficace pour la valorisation des déchets de plantes aquatiques d'eau douce à reproduction strictement végétative. Le temps de séjour et la montée en température permettent de dégrader totalement les tissus des plantes. Néanmoins, l'absence de retours d'expérience sur la méthanisation de plantes aquatiques limite les préconisations envisageables.

Pour ces deux procédés (méthanisation et compostage) des précautions sont donc à prendre, notamment lorsque la gestion se fait par arrachage mécanique des plantes. Des quantités parfois importantes de terre ou de sédiment peuvent être mélangées à la matière végétale extraite. Ces éléments peuvent, d'une part abîmer les outils industriels de broyage des plateformes de compostage ou d'incorporation de la matière dans le digesteur du méthaniseur, et d'autre part altérer, voire inhiber l'activité des bactéries.

L'incinération des plantes aquatiques est fortement déconseillée en raison de leur forte teneur en eau et donc de l'incompatibilité avec la combustion des fours, d'autant plus que les solutions de valorisation disponibles permettent d'empêcher pour la plupart la reprise des plantes à l'issue du processus. Le stockage en ISDND n'est pas autorisé et ne peut donc pas être recommandé, en raison de la possible valorisation de ces plantes. Il pourrait éventuellement être envisagé pour des plantes exotiques envahissantes dont le risque de dissémination après compostage ou méthanisation est toujours présent, en les considérant comme des déchets ultimes, ou pour des produits de curage contenant des proportions élevées de terre ou de sédiment en mélange avec des plantes entières ou des diaspores, comme après des chantiers de gestion de Crassule de Helms.

D'autres solutions de valorisation alternatives existent, mais sont à étudier au cas par cas pour chacune des espèces, en s'assurant notamment de la prise en compte des risques associés.

MODALITÉS DE TRAITEMENT POUR LES PLANTES TERRESTRES

Dans le cadre de la gestion des déchets, les plantes terrestres peuvent être distinguées en quatre catégories :

▶ Les herbacées

Ces plantes sont non ligneuses et de tailles très variables (de quelques décimètres à 3 ou 4 mètres). Exemples : Ambroisie à feuilles d'Armoise, Berce du Caucase, renouées asiatiques, Solidages américains (*Solidago* sp.).

▶ Les cactées

Ces plantes ont les tiges charnues, vertes et sont remplies de suc (d'où leur nom de plantes grasses), leurs feuilles sont réduites à des épines. Exemples : Figuier de Barbarie (*Opuntia ficus-indica*), Choca vert (*Furcraea foetida*), Agave d'Amérique (*Agave americana*).

▶ Les arbustes ou arbrisseaux

Ces plantes sont ligneuses à port dressé et ont des hauteurs généralement comprises entre 1 et 8 mètres. Exemples : Arbre aux papillons, Rosier rugueux (*Rosa rugosa*), Séneçon en arbre.

▶ Les arbres

Ces plantes sont ligneuses à port dressé d'une hauteur généralement supérieure à 8 mètres. Exemples : Cerisier tardif (*Prunus serotina*), Robinier faux-acacia.

Les plantes terrestres présentent des caractéristiques très différentes des plantes aquatiques, induisant diverses modalités de traitement, notamment selon le mode de reproduction sexué ou asexué, le stade de développement et la présence ou non de diaspores au moment de leur gestion.

Si les herbacées, les cactées, ainsi que les branches et les tiges d'un diamètre inférieur à 10 cm peuvent toutes être traitées sur des installations de compostage lorsqu'elles ne présentent pas de fleurs ou de fruits,

ce n'est pas le cas des tiges ligneuses de plus gros diamètre qui risqueraient d'abîmer les broyeurs et qui ne se dégraderaient pas correctement. Pour ces branches de plus gros diamètre ne présentant aucun risque de reprise, la valorisation énergétique en bois de chauffage, chaufferie biomasse ou plaquette est recommandée. Les troncs de Robinier faux-acacia, par exemple, peuvent être valorisés après traitement et séchage pour produire des piquets de clôture.

En cas d'arrachage des plantes, les risques liés aux caractéristiques des racines ou rhizomes doivent être évalués. Si les racines, séparées de la terre, ne présentent pas de risque de reprise après un traitement par compostage, les rhizomes sont en revanche à surveiller. S'ils sont mélangés à de la terre sans possibilité de séparation, l'envoi en ISDND est préconisé. En revanche s'ils peuvent en être séparés et qu'une étude a permis de démontrer que leur compostage ou leur méthanisation permettait d'empêcher leur reprise, ils peuvent alors être envoyés vers ces exutoires.

Comme pour les plantes aquatiques, le mode de reproduction et de dispersion est également un critère à prendre en compte pour choisir le traitement. Les chantiers doivent être réalisés autant que possible avant la période de fructification pour les espèces terrestres se reproduisant par voie sexuée (production de graines). En cas de présence de graines, des tests devront être réalisés pour identifier précisément les conditions de traitement permettant la destruction du pouvoir germinatif. Si les résultats sont positifs, les déchets pourront alors être envoyés vers les exutoires testés.

Il est à noter que si les plateformes de compostage peuvent recevoir tout type de déchet végétal, avec pour seule limite le diamètre des branches, les exploitants d'installations de méthanisation favoriseront les plantes dont le pouvoir méthanogène (et donc de production d'énergie) est intéressant. Il est donc recommandé d'effectuer une étude préalable sur le pouvoir méthanogène du matériau à apporter et sur la viabilité éventuelle

des graines après leur méthanisation, afin de pouvoir apporter ces informations à ces exploitants et faciliter ainsi le traitement de ces plantes.

En cas d'absence d'étude sur la viabilité des graines après l'un ou l'autre des processus de valorisation matière du déchet, la solution resterait l'incinération avec valorisation énergétique dans une unité de valorisation énergétique (UVE).



Bois de *Robinia pseudoacacia* collecté en bord de Garonne.
© Jérôme Dao, CBN des Pyrénées et Midi-Pyrénées

FOCUS SUR LES PLANTES PYROPHILES

Certaines plantes sont pyrophiles, profitant des incendies pour se développer rapidement, la chaleur favorisant leur germination. C'est par exemple le cas du Raisin d'Amérique, qui a vu ses effectifs se développer après le passage d'un incendie dans les Alpes suisses en 2006 (Maringer, 2012). L'effet de la méthanisation sur la viabilité des diaspores de ces espèces n'a pas été étudié. Pour ces espèces, si l'opération de gestion se fait après la floraison, la seule solution est l'incinération en unité de valorisation énergétique pour s'assurer de la destruction totale des diaspores. Un compostage ou une méthanisation à une température inadaptée pourrait avoir l'effet inverse et améliorer ses capacités de germination. Des expérimentations de méthodes de traitement restent néanmoins nécessaires pour confirmer ces risques.



Raisin d'Amérique © H. Zell CC BY SA 3.0

SYNTHÈSE

Le tableau ci-dessous rassemble les principales informations rapportées selon les catégories de plantes définies dans ce guide. Pour disposer d'informations détaillées par espèce, le lecteur peut se référer au tableau récapitulatif mis à disposition dans la suite de cet ouvrage (p. 112).

Caractéristiques des déchets à traiter	COMPOSTAGE	MÉTHANISATION	VALORISATION ÉNERGÉTIQUE	STOCKAGE	AUTRE VALORISATION
PLANTES AQUATIQUES					
Parties végétatives (sans graines)	✓	✓ Sous réserve de l'intérêt de l'espèce pour l'exploitant (pouvoir méthanogène)	✗	✗	⚠️ Toute autre valorisation doit assurer l'absence de risque de dissémination ultérieure des espèces
Parties végétatives (avec graines)	⚠️ Sous réserve d'une étude validant ce mode de traitement pour l'espèce	⚠️ Sous réserve d'une étude validant ce mode de traitement pour l'espèce	✗	✗	⚠️ Toute autre valorisation doit assurer l'absence de risque de dissémination ultérieure des espèces
Rhizomes ou racines mélangés avec des sédiments	✗	✗	✗	✓	⚠️ Toute autre valorisation doit assurer l'absence de risque de dissémination ultérieure des espèces
PLANTES TERRESTRES					
Tiges, branches < 10 cm de diamètre (sans graines)	✓	⚠️ Sous réserve de l'intérêt de l'espèce pour l'exploitant	✗	✗	⚠️ Toute autre valorisation doit assurer l'absence de risque de dissémination ultérieure des espèces
Tiges, branches < 10 cm de diamètre (avec graines)	⚠️ Sous réserve d'une étude validant ce mode de traitement pour l'espèce	✓ Sous réserve d'une étude validant ce mode de traitement pour l'espèce et l'intérêt de l'espèce pour l'exploitant	⚠️ Sous réserve que l'espèce ne puisse pas être valorisée en compostage ou méthanisation de manière sûre	✗	⚠️ Toute autre valorisation doit assurer l'absence de risque de dissémination ultérieure des espèces
Branches > 10 cm de diamètre	✗	✗	✓	✗	⚠️ Toute autre valorisation doit assurer l'absence de risque de dissémination ultérieure des espèces
Terres contenant des rhizomes ou une banque de graines	✗	✗	✗	✓	⚠️ Toute autre valorisation doit assurer l'absence de risque de dissémination ultérieure des espèces

TABLEAU RÉCAPITULATIF PAR ESPÈCE

Ce tableau compile et mutualise les connaissances actuellement disponibles et qui ont été portées à notre connaissance dans le cadre de la rédaction de cet ouvrage. Ces connaissances sont susceptibles d'évoluer et une mise à jour régulière sera diffusée sur le site internet du Centre de ressources EEE (http://especes-exotiques-envahissantes.fr/guide-technique_dechets_pee_tableau/).

Bien que les informations collectées soient encourageantes quant aux possibilités de traitement et de valorisation des plantes exotiques envahissantes, il n'est pas possible de généraliser ces résultats à l'ensemble des contextes d'invasion. En effet, divers paramètres peuvent faire varier les résultats atteignables par ces traitements comme par exemple la période à laquelle les résidus de plantes ont été prélevés ou les conditions climatiques particulières des territoires concernés.

Les différentes modalités de traitement (durée, protocole) sur un même type d'exutoire et une même espèce peuvent également avoir un impact sur la recommandation ou l'abandon du traitement d'une espèce dans cet exutoire (*exemple : si le compostage d'une durée de 90 jours et une montée en température à 75 °C ont permis d'empêcher la germination de graines d'une espèce, cela ne permet pas d'attester qu'un compostage sur une durée plus courte et à une température moins élevée empêchera également cette germination*). Il est donc indispensable de vérifier si l'exutoire vers lequel les déchets seront dirigés met en œuvre un process au moins équivalent à celui utilisé dans l'étude citée.

Chaque modalité de traitement présentée dans ce tableau permet une gestion des déchets conforme à la réglementation, en plus de faire l'objet d'un retour technique ou d'une publication. Néanmoins, la valorisation matière (compostage, méthanisation) lorsqu'elle est possible devra être privilégiée par rapport à la valorisation énergétique (incinération). Pour le stockage en ISDND, seules les terres peuvent être reçues et le gestionnaire pourra donc y apporter les terres contenant des rhizomes ou une banque de graine ne pouvant être traitées sur place ou valorisées par quelque autre moyen.

NOM Nom scientifique par ordre alphabétique	COMPLÉMENT D'INFORMATION ET AUTRES MÉTHODES DE TRAITEMENT EXPÉRIMENTÉES	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES		
MÉTHODE DE TRAITEMENT	Compostage (industriel ou de proximité)	Méthanisation	Incinération en installation agréée ²⁰	Stockage en ISDND

Les espèces suivies de ce pictogramme  sont concernées par la réglementation européenne, pour en savoir plus, cliquez sur le nom de l'espèce pour accéder à la base d'informations.

20 Attention : Seuls les déchets de plantes exotiques envahissantes présentant un risque de dissémination important, qui ne peut pas être maîtrisé sur des installations de compostage ou de méthanisation, doivent être envoyés vers les unités de valorisation énergétique.

NOM Nom scientifique par ordre alphabétique	MÉTHODE DE TRAITEMENT	COMPLÉMENT D'INFORMATION ET AUTRES MÉTHODES DE TRAITEMENT EXPÉRIMENTÉES	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES
ACACIAS	Compostage (industriel ou de proximité)	Méthanisation Incinération en installation agréée Stockage en ISDND	
ACACIAS <i>Acacia mangium</i> <i>Acacia longifolia</i> <i>Acacia melanoxylon</i>	<p>Oui, pour les feuilles et les branches, à condition d'effectuer un broyage préalable.</p> <p>Pour <i>A. longifolia</i> et <i>A. melanoxylon</i>, le compostage permet une destruction des graines à 65 °C avec un temps d'exposition de 420 jours (Brito <i>et al.</i>, 2013, Brito <i>et al.</i>, 2015).</p>	<p>Cette méthode de traitement n'est pas conseillée pour des parties aériennes trop lignifiées.</p>	<p>En Guyane, la gestion de proximité est conseillée pour <i>A. mangium</i>, pour éviter toute dispersion. Le brûlage sur place est à proscrire en raison du risque d'incendie dans les savanes.</p> <p>Des essais dans des plantations d'<i>A. mangium</i> au Brésil ont montré que l'écorce valorisée sous forme de briquettes présente un potentiel énergétique intéressant (Sette <i>et al.</i>, 2020). L'écorce est également employée pour produire du charbon actif (Zhang <i>et al.</i>, 2021).</p> <p>En Indonésie, le charbon produit à partir des écorces d'<i>A. mangium</i> est également utilisé comme engrais pour les plantations de maïs, de cacahuète et de niébé (Yamato <i>et al.</i>, 2006).</p>
AGAVE D'AMÉRIQUE <i>Agave americana</i> <i>Agave sisalana</i>	<p>Oui. Les déchets végétaux peuvent être compostés normalement s'ils ne contiennent ni fleurs, ni graines, ni racines.</p>	<p>Non documenté.</p>	<p>Dans le Parc National des Calanques à Marseille, les coeurs d'<i>Agave americana</i> sont valorisés sous forme de boisson par l'association REEVAL.</p> <p>À Saint-Martin, les gestionnaires préconisent d'évacuer l'ensemble des plantes arrachées vers des centres de traitement. Lorsque cela est difficilement réalisable, la base et les feuilles du tronc (la rosette) sont coupées et laissées sur site tête en bas pour limiter les chances de reprise (en milieu sec et sableux dans ce contexte). Les racines et rhizomes sont exportés vers une plateforme de compostage agréée (absence d'incinérateur dans cette collectivité à l'heure actuelle) (Chalifour, comm. pers., 2021).</p>
AILANTE GLANDULEUX <i>Ailanthus altissima</i>	<p>Oui. Les déchets végétaux peuvent être compostés normalement s'ils ne contiennent ni fleurs, ni graines, ni racines.</p>	<p>Cette méthode de traitement n'est pas conseillée pour des parties aériennes trop lignifiées.</p>	<p>D'après la publication à dire d'expert du Cercle Exotique (Suisse), les déchets comportant des fleurs ou des graines peuvent être valorisés en compostage industriel, en méthanisation mésophile ou thermophile. Les racines et drageons sont à éliminer par compostage en boxes ou par fermentation thermophile.</p> <p>Comme pour la plupart des espèces arbustives, le tronc peut être utilisé comme bois-énergie, sous forme de plaquettes ou de bûches.</p>

NOM Nom scientifique par ordre alphabétique	MÉTHODE DE TRAITEMENT	COMPLÉMENT D'INFORMATION ET AUTRES MÉTHODES DE TRAITEMENT EXPÉRIMENTÉES	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES
HERBE À ALLIGATOR	Compostage (industriel ou de proximité)	Méthanisation Incineration en installation agréée Stockage en ISDND	
AMBROISIES <i>Ambrosia artemisiifolia</i> <i>Ambrosia psyllostachya</i> <i>Ambrosia trifida</i> <i>Ambrosia tenuifolia</i>	<p>Oui. Les déchets végétaux peuvent être compostés normalement s'ils ne contiennent ni fleurs, ni graines, ni racines.</p> <p>En présence de graines, un compostage industriel avec une montée en température de 70 °C pendant 40 jours permet la destruction des semences (Lettre de l'Observatoire des ambroisies, 2013).</p> <p>Au stade de plantule et en phase de croissance, un compostage <i>in situ</i> peut être envisagé.</p>	<p>Oui, inhibition du pouvoir germinatif des plantes observée dans plusieurs études.</p>	<p>Le compostage, possible au début de l'été, est interdit en août et septembre, car les terres ou composts peuvent devenir alors « contaminée » (Julienne, 2018).</p> <p>Le brûlage sur place des déchets n'est possible que dans les départements où l'arrêté préfectoral relatif à la lutte contre l'ambroisie l'autorise.</p>
LIANE CORAIL <i>Antigonon leptopus</i>	<p>Oui. Des expérimentations de lombricompostage ont été menées sur les feuilles de Liane corail et ont donné des résultats encourageants (Godson et Gajalakshmi, 2019).</p>	<p>Non documenté.</p>	<p>Godson, S. A., & Gajalakshmi, S. (2019). High-rate vermicomposting of coral vine by employing three epigeic earthworm species. <i>Nature Environment and Pollution Technology</i>, 18(4), 1393-1397.</p>

NOM Nom scientifique par ordre alphabétique	MÉTHODE DE TRAITEMENT	COMPLÉMENT D'INFORMATION ET AUTRES MÉTHODES DE TRAITEMENT EXPÉRIMENTÉES	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES
CANNE DE PROVENCE	Compostage (industriel ou de proximité)	Méthanisation Incineration en installation agréée Stockage en ISDND	
CANNE DE PROVENCE <i>Arundo donax</i> Arundo donax	<p>Oui, des tests de compostage ont été réalisés à l'Université Miguel Hernandez (Orihuela, Espagne). Les plantes ont été préalablement broyées à une granulométrie < 5 cm avant d'être compostées par système d'andains retournés. Différents mélanges ont été expérimentés, avec des boues d'épuration issues du traitement des eaux usées ou des boues issues du secteur l'agroalimentaire. (Pelegrín <i>et al.</i>, 2018).</p>	<p>Non documenté.</p> <p>Oui.</p> <p>Uniquement les racines et rhizomes en présence de terre.</p>	<p>L'espèce a été proposée pour la culture énergétique (Baldini <i>et al.</i>, 2017) car elle est capable de produire une biomasse élevée.</p> <p>Elle a également été étudié comme matière première bioénergétique, pour la production de biocarburants, pour maintenir le stock de carbone dans le sol ou encore pour la phytoextraction de métaux lourds dans les sols pollués (Pelegrín <i>et al.</i>, 2018).</p> <p>Les procédés de compostage de l'étude de Pelegrín <i>et al.</i> (2018) ont permis d'atteindre des normes d'assainissement et de qualité demandées. Bien que les propriétés des composts aient été affectées par l'origine des boues utilisées, les valeurs moyennes (%) des unités d'engrais (N-P₂O₅-K₂O : 2,0-2,3-1,4) montrent un engrangement organique équilibré avec une valeur marchande intéressante.</p>
SÉNEÇON EN ARBRE <i>Baccharis halimifolia</i> Baccharis halimifolia	<p>Pour les actions réalisées en période hivernale et en absence de graines, les plants peuvent être exportés en déchetterie ou en plateforme de compostage.</p>	<p>Cette méthode de traitement n'est pas conseillée pour des parties aériennes trop lignifiées.</p>	<p>Granereau, G. (2020). <i>Suivi d'arrachage de baccharis et d'herbes de la pampa. Site de Tarnos. Agence ONF LNA Service DLRN</i>.</p> <p>Ihobe (Sociedad pública de gestión ambiental). (2014). <i>Manual de gestión de Baccharis halimifolia [Management Manual of Baccharis halimifolia]</i>. Bilbao: Ihobe SA, Sociedad Pública de Gestión Ambiental, Gobierno Vasco.</p>

NOM Nom scientifique par ordre alphabétique	MÉTHODE DE TRAITEMENT				COMPLÉMENT D'INFORMATION ET AUTRES MÉTHODES DE TRAITEMENT EXPÉRIMENTÉES	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES
BAMBOU COMMUN <i>Bambusa vulgaris</i>	Compostage (industriel ou de proximité)	Méthanisation	Incineration en installation agréée	Stockage en ISDND		
ARBRE À PAPILLONS <i>Buddleja davidii</i>	Oui. Les déchets de coupe ne contenant ni fleurs, ni graines ni rhizomes peuvent être compostés normalement.	Cette méthode de traitement n'est pas conseillée pour des parties aériennes trop lignifiées.	Oui, à privilégier en cas de présence de graines.	Uniquement les racines en présence de terre.	<p>D'après la publication à dire d'expert du Cercle Exotique (Suisse), les déchets comportant des fleurs ou des graines peuvent être valorisés en compostage industriel, en méthanisation mésophile ou thermophile.</p> <p>Comme pour la plupart des espèces arbustives, le tronc peut être utilisé comme bois-énergie, sous forme de plaquettes ou de bûches.</p> <p>Le Buddleia ne peut en aucun cas être envisagé dans le cadre d'une gestion par broyage-paillage. Chaque phase du test de Eugène <i>et al.</i> (2013) a montré des reprises multiples pour chaque organe et chaque traitement.</p>	<p>Cercle exotique. (2016). Recommandations pour la lutte contre le buddleia de David (<i>Buddleja davidii</i>). Version 1.0. Mai 2016.</p> <p>Eugène, M., Mahy, G. et Monty, A. (2013). Recherche d'intérêt général relative à l'efficacité du compostage de plantes exotiques invasives. Rapport final octobre 2013. Service public de Wallonie DGARNE.</p>
CABOMBA DE CAROLINE <i>Cabomba</i> <i>caroliniana</i> 	Oui.	Oui. Les expérimentations menées ont obtenu des rendements et une production de gaz jugée satisfaisante (O'Sullivan <i>et al.</i> , 2010).	Oui. Nécessite un stockage et un séchage préliminaires.	Oui, si présence trop importante de sédiments.	Des expérimentations de production de biofuel ont été menées aux Pays-Bas (Pels <i>et al.</i> , 2014).	<p>O'Sullivan, C., Rounsefell, B., Grinham, A., Clarke, W., & Udy, J. (2010). Anaerobic digestion of harvested aquatic weeds: water hyacinth (<i>Eichhornia crassipes</i>), cabomba (<i>Cabomba caroliniana</i>) and salvinia (<i>Salvinia molesta</i>). <i>Ecological Engineering</i>, 36(10), 1459-1468.</p> <p>Pels, J. R., Cieplik, M. K., Bleijendaal, L. P. J., Nijman, M. N. W., & Zandvoort, M. H. (2014). Conversion of water plants to biomass fuel using torwash.</p>
CALADION BICOLOR <i>Caladium bicolor</i>	<p>Oui, le compostage des feuilles est possible.</p> <p>Ce traitement n'est pas conseillé pour le compostage des bulbes, qui représentent d'importantes capacités de reprise.</p>	Non documenté.	Oui.	Uniquement les racines et rhizomes en présence de terre.	<p>À Mayotte, les bulbes de Caladion issus des interventions de gestion sont étaillés pour séchage et ont fait l'objet de suivi. Les repousses étant importantes, le séchage a ensuite été réalisé sur des dalles de béton (Lamalfa Diaz <i>et al.</i>, 2019).</p> <p>La production de bioéthanol à partir de Caladion a été expérimentée (Amadi <i>et al.</i>, 2020)</p>	<p>Amadi, O. C., Onyemba, N. C., Nwagu, T. N., Nnamchi, C. I., Ndubuisi, I. A., Akachukwu, S. O., ... & Agu, R. C. (2020). Total utilization of different parts of wild cocoyam in production of sugar feedstock for bioethanol production: An integrated approach. <i>Bioresource Technology Reports</i>, 12, 100550.</p> <p>Lamalfa Diaz, M., Traclet, S. et Blotière, D. (2019). Gestion de <i>Caladium bicolor</i> dans la forêt départementale du Mont Hachiroungou (Mayotte). Centre de ressources Espèces exotiques envahissantes. UICN Comité français et Agence française de la biodiversité. Juillet 2019.</p>

NOM Nom scientifique par ordre alphabétique	MÉTHODE DE TRAITEMENT			COMPLÉMENT D'INFORMATION ET AUTRES MÉTHODES DE TRAITEMENT EXPÉRIMENTÉES	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES
GRIFFE DE SORCIÈRE	Compostage (industriel ou de proximité)	Méthanisation	Incineration en installation agréée	Stockage en ISDND	
GRIFFE DE SORCIÈRE <i>Carpobrotus edulis</i> <i>Carpobrotus acinaciformis</i>	<p>Le compostage n'est pas recommandé en raison de la production de tanins et autres substances par la plante, pouvant gêner l'activité bactérienne et ralentir la décomposition.</p> <p>Des expérimentations de compostage ont été menées sur l'Île Callot en Bretagne. Des repousses et une résistance des graines ont été observées.</p>	Non documenté.	<p>Oui. Sur le littoral breton, les griffes de sorcière sont ramassées avec la litière puis exportées dans des big-bags dans des centres d'incinération (Coroller <i>et al.</i>, 2019).</p> <p>Nécessite un stockage et un séchage préliminaires.</p>	Uniquement les racines et rhizomes en présence de terre.	<p>Les tapis formés par <i>Carpobrotus</i> sp. modifient les caractéristiques du sol en émettant des tanins et autres substances gênant l'activité bactérienne, ce qui ralentit la décomposition de la litière et augmente l'acidité des sols. » (Fried, 2012).</p> <p>L'eau cellulaire contenue dans les feuilles de l'espèce peut être utilisée dans des préparations cosmétiques (Laboratoire de biologie végétale Yves Rocher, 2013).</p>
TARO <i>Colocasia esculenta</i>	<p>Oui. Le pouvoir germinatif des propagules de Taro sauvage est détruit après une exposition à des températures comprises entre 45 et 52 °C pendant au moins 3 jours (Sembera <i>et al.</i>, 2019).</p>	Non documenté.	Oui.	Uniquement les racines et rhizomes en présence de terre.	<p>Le Taro est une plante comestible et consommée et cultivée dans plusieurs pays pour ses tubercules et ses bulbes (CABI, 2019).</p>
HERBE DE LA PAMPA <i>Cortaderia selloana</i>	<p>Non. Les feuilles peuvent bloquer le broyeur et se décomposent très mal (Thomassin, comm. pers., 2021).</p>	Non documenté.	Oui.	<p>Sur l'île de La Réunion, l'Herbe de la pampa est gérée dans les criques de Salazie et de Mafate. Les déchets produits sont exportés dans des big-bags et enfouis dans un site agréé (Blottiére <i>et al.</i>, 2018).</p>	<p>Dans le cadre du LIFE Stop Cortaderia, l'Herbe de la Pampa est enfouie à plus d'1,5 m de profondeur et recouverte de la terre creusée, afin d'éviter toute repousse des racines ou des graines.</p>
					<p>Blottiére, D., Triolo, J. et Chery, D. (2019). Gestion de l'Herbe de la Pampa dans les cirques de Salazie et de Mafate (La Réunion). Centre de ressources Espèces exotiques envahissantes. UICN Comité français et Agence française pour la biodiversité. Mars 2019.</p> <p>LIFE STOP Cortaderia (2020). Guide des bonnes pratiques pour le contrôle de <i>Cortaderia selloana</i>. Cantabria, Espagne, 77 pp. www.stopcortaderia.org</p>

NOM Nom scientifique par ordre alphabétique	MÉTHODE DE TRAITEMENT				COMPLÉMENT D'INFORMATION ET AUTRES MÉTHODES DE TRAITEMENT EXPÉRIMENTÉES	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES
CRASSULE DE HELMS <i>Crassula helmsii</i>	Compostage (industriel ou de proximité)	Méthanisation	Incineration en installation agréée	Stockage en ISDND		
CRASSULE DE HELMS <i>Crassula helmsii</i>	<p>Possible, après une phase de stockage temporaire.</p> <p>En Seine-et-Marne, les plants de Crassule arrachés ont été stockés dans des sacs poubelles étanches sur une plateforme bétonnée en plein soleil pendant le printemps et l'été suivant les interventions (6 mois). A l'automne, après avoir vérifié que les plants n'étaient plus vivaces, les sacs ont été apportés en déchetterie pour du compostage (Blottière et Desmier, 2017).</p>	Non documenté.	<p>Oui. Méthode conseillée en raison de sa capacité à se fragmenter facilement.</p> <p>Nécessite un stockage et un séchage préliminaire.</p>	<p>Oui, pour les produits de curage contenant beaucoup de terre notamment (Moine <i>et al.</i>, 2020).</p>	<p>Dans les Deux-Sèvres, les plantes arrachées mécaniquement ont été déposées sur un site de stockage temporaire sur une butte située à 100 m de la mare faisant l'objet des interventions. Le compostage réalisé sur un terrain, sec et peu accessible, a permis une décomposition quasi-totale de la plante au bout de 3 ans (Pipet, comm.pers., 2021 et Mazaubert, 2015).</p> <p>Dans le Nord-Pas-de-Calais (Douard et Sarat, 2015), les produits de curage contenant de la Crassule ont été stockés sur des bâches étanches pendant une semaine pour faciliter l'écoulement de l'eau puis ont été envoyés en déchetterie classée. L'espèce a également été stockée et bâchée sur une aire de dépôt communale en Loire-Atlantique avant export en déchetterie (Guinaudeau <i>et al.</i>, 2018).</p>	<p>Blottière, D. et Desmier, C. (2017). <i>Éradication de la Crassule de Helms sur une zone humide de Seine-et-Marne</i>. Groupe de travail Invasions Biologiques en milieux aquatiques. Agence française pour la biodiversité & UICN Comité français. Octobre 2017.</p> <p>Douard, X. et Sarat, E. (2015). <i>Gestion de la Crassule de Helms dans des mares du Cap Gris-nez, Pas-de-Calais</i>. Groupe de travail Invasions Biologiques en milieux aquatiques. Onema & UICN Comité français.</p> <p>Guinaudeau, P., Leheurteux, E., Blottière, D. et Dortel, F. (2018). <i>Détection et campagne d'étrépagement de la Crassule de Helms sur les marais de l'Aheneau et du Tenu (Loire-Atlantique)</i>. Centre de ressources Espèces exotiques envahissantes. UICN Comité français et Agence française pour la biodiversité. Juillet 2018.</p> <p>Mazaubert, E. (2015). <i>Gestion de la colonisation d'une mare par la Crassule de Helms (Deux-Sèvres)</i>. Groupe de travail Invasions Biologiques en milieux aquatiques. Onema & UICN Comité français.</p> <p>Moine, E., Blottière, D., Dutarte, A. et Sarat, E. (2020). <i>Gestion de la colonisation d'un étang communal par la Crassule de Helms à Luré (Loire)</i>. Centre de ressources Espèces exotiques envahissantes. UICN Comité français et Agence française pour la biodiversité. Juillet 2020.</p>
SOUCHE COMESTIBLE <i>Cyperus esculentus</i>	<p>Oui. Les tests réalisés dans l'andain tabulaire de Leibstadt (Fuchs, 2017) ont montré qu'avec une température entre 30 et 50 °C, aucun tubercule placé au milieu de l'andain ou dans le haut de l'andain n'a survécu au processus de compostage et tous étaient morts après déjà une semaine de compostage. Le brassage est essentiel pour éviter une reprise au pied de l'andain.</p>	Possible d'après Fuchs (2017), des tests ont été réalisés en méthanisation mésophile (37 °C) et thermophile (55 °C) avec des résultats satisfaisants.	Oui.	Uniquement les terres contenant des graines ou des rhizomes.		<p>Fuchs, J. (2017). <i>Etude de la survie du souchet comestible (<i>Cyperus esculentus</i>) et de la Renouée du Japon (<i>Reynoutria japonica</i>) lors du compostage et de la méthanisation</i>. Rapport Final. FIBL Schweiz / Suisse.</p>

NOM Nom scientifique par ordre alphabétique	MÉTHODE DE TRAITEMENT	COMPLÉMENT D'INFORMATION ET AUTRES MÉTHODES DE TRAITEMENT EXPÉRIMENTÉES	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES
LANGUE DE BELLE-MÈRE <i>Dracaena hyacinthoides</i>	Compostage (industriel ou de proximité)	Méthanisation Incineration en installation agréée Stockage en ISDND	Courty C. et Lasalle M. (2020). <i>Guide des espèces végétales exotiques envahissantes de Martinique</i> . Deal Martinique. 84 pp.
EGÉRIE DENSE <i>Egeria densa</i>	Oui. Du compostage industriel réalisé en Charente maritime (produits de moisson d'Egérie), ainsi que dans le Loiret (produits d'arrachage). Les retours du Syndicat Intercommunal d'Énergies, d'Équipements et d'Environnement de la Nièvre (station de compostage de Rouy) sont également positifs.	Oui. Dans la Nièvre, les produits issus de l'arrachage de l'égérie sont apportés en unité de méthanisation à la ferme (Lepeytre, comm. pers., 2021). Oui. Nécessite un stockage et un séchage préliminaire.	Des expérimentations de production de biofuel ont été menées aux Pays-Bas (Pels <i>et al.</i> , 2014). En Vendée, après stockage temporaire pour ressuyage, l'égérie a été mélangée à de la fumure et directement épandue sur des parcelles agricoles non inondables (Fernandez, 2015).
VERGERETTE ANNUELLE <i>Erigeron annuus</i>	Oui. D'après la publication à dire d'expert du Cercle Exotique (Suisse), les déchets végétaux peuvent être compostés normalement, s'ils ne contiennent ni fleurs, ni graines. Les déchets végétaux comportant des fleurs, graines ou racines doivent être éliminés sur un site de compostage, dans une usine de cofermentation avec phase d'hygiénisation ou par fermentation thermophile.	Non documenté. Oui.	Uniquement les terres contenant des graines. Cercle exotique. (2014). Recommandations pour la lutte contre la vergerette annuelle (<i>Erigeron annuus</i>). Version 1.0. Octobre 2014.

NOM Nom scientifique par ordre alphabétique	MÉTHODE DE TRAITEMENT			COMPLÉMENT D'INFORMATION ET AUTRES MÉTHODES DE TRAITEMENT EXPÉRIMENTÉES	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	
CHOCA VERT <i>Furcraea foetida</i>	Compostage (industriel ou de proximité)	Méthanisation	Incineration en installation agréée	Stockage en ISDND		
LONGOSE <i>Hedychium gardnerianum</i>	Oui. Des expérimentations de compostage ont été menées en Afrique du Sud et ont obtenu des résultats jugés satisfaisants (Adam <i>et al.</i> , 2016). A la Réunion, le compostage de proximité est réalisé, avec une mise en tas des rhizomes et des feuilles. La solution idéale reste l'évacuation et le broyage des rhizomes pour compostage dans un centre agréé (Prolhac, comm.pers., 2021).	Non documenté.	Oui.	Uniquement les racines et rhizomes en présence de terre.	Des expérimentations utilisant <i>Furcraea foetida</i> , <i>A. tequilana</i> et <i>A. americana</i> pour la production de bioéthanol ont été réalisées en Australie (Rijal, 2016).	
BERCE DU CAUCASE <i>Heracleum mantegazzianum</i>	Oui. Les déchets de coupe - sans fleurs, ni graines, ni racines - peuvent être compostés normalement. Hors période de fructification, le broyage des parties végétales et souterraines semble garantir l'absence de toute reprise (Eugène <i>et al.</i> , 2013). Le séchage total est nécessaire pour éviter tout risque de formation de tiges florifères.	Oui, perte de viabilité des diaspores après 40 jours dans un digesteur mésophile à 37 °C (Van Meerbeek <i>et al.</i> , 2015).	Oui. En Mayenne, les racines de berce extraites après l'arrachage sont mises en sac et apportées à l'incinération (Proucelle et Singh, <i>in press</i>). En cas de coupe des ombelles en fleur, ces dernières doivent être mises dans un sac étanche car le stress de la coupe peut induire une montée à graine rapide. À défaut de filière déchet adaptée, les ombelles devront être incinérées.	Uniquement les racines et rhizomes en présence de terre. Le volume considéré comme contaminé (couche sup. contenant des graines) se situe sur un rayon de 7 m autour de la plante ou de la population et une profondeur d'environ 30 cm pour les dépôts de graines (Cercle exotique, 2016).	A la Réunion, les rhizomes extraits sont enfermés dans des sacs poubelle épais et stockés en hauteur au soleil pour être dégradés. Le contenu des sacs est régulièrement contrôlé jusqu'au pourrissement complet des rhizomes. Des projets de valorisation économique des déchets de coupe pour la production d'huiles essentielles sont également envisagés (Prolhac, comm. pers., 2021). Le compostage de gros tas avec des rhizomes arrachés doit être privilégié (plutôt que des petits), l'ajout d'un épais tapis de feuilles de Longose en surface du tas favorise le pourrissement des rhizomes et limite le risque de reprise (ONF Réunion, 2016).	
					D'après la publication à dire d'experts du Cercle Exotique (Suisse), les déchets comportant des fleurs ou des graines peuvent être valorisés en compostage industriel, en méthanisation mésophile ou thermophile. Les racines et drageons sont à éliminer par compostage en boxes ou par fermentation thermophile. Une étude sur les propriétés de l'huile essentielle de Berce du Caucase a montré que celle-ci présentait également des propriétés antifongiques et pourrait ainsi être utilisée comme agent de conservation alimentaire. (Skalicka-Woźnica <i>et al.</i> , 2017).	
	Cercle exotique. (2014). Recommandations pour la lutte contre la berce du Caucase (<i>Heracleum mantegazzianum</i>). Version 1.0. Octobre 2014.	Cercle exotique. (2016). Utilisation de matériaux issus du décapage de sols contaminés par des plantes exotiques envahissantes dans le sens de l'annexe 2 ODE. Recommandations de l'AGIN en vue de la mise en œuvre de l'art. 15 al. 3 ODE. Version 2.0, mars 2016. 9 p.	Eugène, M., Mahy, G. et Monty, A. (2013). Recherche d'intérêt général relative à l'efficacité du compostage de plantes exotiques invasives. Rapport final octobre 2013. Service public de Wallonie DGARNE.	Proucelle R. et Singh C. (<i>in Press</i>). Gestion de la Berce du Caucase sur la commune de Saint-Germain-le-Fouilloux (Mayenne). Centre de ressources Espèces exotiques envahissantes. UICN Comité français et Office français de la biodiversité.	Skalicka-Woźnica, K., Grzegorczyk, A., Świątek, Ł., Walasek, M., Widelski, J., Rajtar, B., ... & Elansary, H. O. (2017). Biological activity and safety profile of the essential oil from fruits of <i>Heracleum mantegazzianum</i> Sommier & Levier (Apiaceae). <i>Food and Chemical Toxicology</i> , 109, 820-826.	Van Meerbeek, K., Appels, L., Dewil, R., Calmeyn, A., Lemmens, P., Muys, B., & Hermy, M. (2015). Biomass of invasive plant species as a potential feedstock for bioenergy production. <i>Biofuels, Bioproducts and Biorefining</i> , 9(3), 273-282.

NOM Nom scientifique par ordre alphabétique	MÉTHODE DE TRAITEMENT	COMPLÉMENT D'INFORMATION ET AUTRES MÉTHODES DE TRAITEMENT EXPÉRIMENTÉES	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES
HOUBLON DU JAPON	Compostage (industriel ou de proximité)	Méthanisation Incineration en installation agréée Stockage en ISDND	
HYDRILLE VERTICILLÉE <i>Humulus scandens</i> 	<p>Oui. Le compostage de proximité a été réalisé dans le Gard pour les parties aériennes (tiges et feuilles) (Sarat <i>et al.</i>, 2015). Les racines ont été placées dans des big-bags puis exportés en déchetterie (Reygrobellet, comm. pers., 2021).</p>	<p>Oui. Des expérimentations ont été menées pour la production de biohydrogène en Chine (Zang <i>et al.</i>, 2020).</p>	<p>Sarat E., Reygrobellet J.-P. et Fried G. (2015). Expérimentation de méthodes de gestion du Houblon du Japon dans le bassin versant des Gardons. Groupe de travail Invasions Biologiques en milieux aquatiques. Onema et UICN Comité français.</p> <p>Zhang, Y., Zhang, T., Zhang, Z., Tahir, N., & Zhang, Q. (2020). Biohydrogen production from <i>Humulus scandens</i> by dark fermentation: Potential evaluation and process optimization. <i>International Journal of Hydrogen Energy</i>, 45(6), 3760-3768.</p>
HYDROCOTYLE FAUSSE- RENONCULE <i>Hydrilla verticillata</i>	<p>Oui. La phase thermophile permettant de s'assurer de l'innocuité du compost est atteinte à 53 °C avec une exposition minimale de 20 jours (Jain <i>et al.</i>, 2018).</p>	<p>Oui. La méthanisation d'<i>H. verticillata</i> a été expérimentée en mélange avec de la paille de riz (Kainthola <i>et al.</i>, 2019).</p>	<p>Jain, M. S., & Kalamdhad, A. S. (2018). Efficacy of batch mode rotary drum composter for management of aquatic weed (<i>Hydrilla verticillata</i> (L.f) Royle). <i>Journal of environmental management</i>, 221, 20-27.</p> <p>Jain, M. S., & Kalamdhad, A. S. (2018). A review on management of <i>Hydrilla verticillata</i> and its utilization as potential nitrogen-rich biomass for compost or biogas production. <i>Bioresource Technology Reports</i>, 1, 69-78.</p> <p>Kainthola, J., Kalamdhad, A. S., & Goud, V. V. (2019). Optimization of methane production during anaerobic co-digestion of rice straw and <i>Hydrilla verticillata</i> using response surface methodology. <i>Fuel</i>, 235, 92-99.</p>
	<p>Oui. Expérimenté en Sarthe (plateforme de compostage). Le compostage de proximité dans des parcelles forestières a également donné des résultats satisfaisants (absence de reprise) dans les Landes (D'Hier et Singh, 2021).</p>	<p>Non documenté.</p>	<p>D'Hier, G. et Singh, C. (2021). Gestion de l'Hydrocotyle fausse-renoncule à Beaumont-Pied-de-Bœuf (Sarthe). Centre de ressources Espèces exotiques envahissantes. UICN Comité français et Office français de la biodiversité. Avril 2021.</p> <p>Fernandez, S. et Sarat, E. (2015). Interventions de gestion de l'Hydrocotyle fausse-renoncule dans le bassin versant du Bourret (Landes). Groupe de travail Invasions Biologiques en milieux aquatiques. Onema et UICN Comité français.</p> <p>Fernandez, S. (2015). Interventions de gestion de l'Hydrocotyle fausse-renoncule par l'Union des Syndicats d'Assainissement du Nord (Nord). Groupe de travail Invasions Biologiques en milieux aquatiques. Onema et UICN Comité français.</p>

NOM Nom scientifique par ordre alphabétique	MÉTHODE DE TRAITEMENT				COMPLÉMENT D'INFORMATION ET AUTRES MÉTHODES DE TRAITEMENT EXPÉRIMENTÉES	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES
Compostage (industriel ou de proximité)	Méthanisation	Incineration en installation agréée	Stockage en ISDND			
BALSAMINE DE L'HIMALAYA <i>Impatiens glandulifera</i> 	<p>Après avoir cassé les tiges pour éviter le bouturage du pied, les rémanents peuvent être rassemblés en tas sur sol sec et en dehors des zones inondables, puis séchés sur site ou exportés vers un centre de compostage industriel. Les racines doivent être dénudées de toute terre pour accélérer le séchage et éviter de conserver un taux d'humidité suffisant au maintien de la plante jusqu'à la maturation des capsules (Delbart et Pieret, 2010).</p> <p>Hors période de fructification, le broyage des parties végétales et souterraines semble garantir l'absence de toute reprise (Eugène <i>et al.</i>, 2013).</p>	<p>Oui, perte de viabilité des diaspores après 40 jours dans un digesteur mésophile à 37 °C (Van Meerbeek <i>et al.</i>, 2015).</p>	<p>Oui. Nécessite un stockage et un séchage préliminaire, hors zones inondables.</p>	<p>Uniquement les terres contenant des graines. Le volume considéré comme contaminé (couche sup. contenant des graines) se situe sur un rayon de 1 m autour de la plante ou de la population et une profondeur d'environ 30 cm pour les dépôts de graines (Cercle exotique, 2016b).</p>	<p>D'après la publication à dire d'expert du Cercle Exotique (Suisse), les déchets comportant des fleurs ou des graines peuvent être valorisés en compostage industriel, en méthanisation mésophile ou thermophile. Les racines et drageons sont à éliminer par compostage en boxes ou par fermentation thermophile (Cercle exotique, 2016a).</p> <p>Les fleurs de Balsamine entre dans la composition de l'élixirs de fleurs de Bach N°18.</p>	<p>Cercle exotique. (2016a). Recommandations pour la lutte contre l'impatiante glanduleuse (<i>Impatiens glandulifera</i>). Version 1.0. Mai 2016.</p> <p>Cercle exotique. (2016b). Utilisation de matériaux issus du décapage de sols contaminés par des plantes exotiques envahissantes dans le sens de l'annexe 2 ODE. Recommandations de l'AGIN en vue de la mise en œuvre de l'art. 15 al. 3 ODE. Version 2.0, mars 2016. 9 p.</p> <p>Delbart, E. et Pieret, N. (2010). Les trois principales plantes exotiques envahissantes le long des berges des cours d'eau et plans d'eau en Région wallonne : description et conseils de gestions mécanique et chimique. Service Public de Wallonie.</p> <p>Eugène, M., Mahy, G. et Monty, A. (2013). Recherche d'intérêt général relative à l'efficacité du compostage de plantes exotiques invasives. Rapport final octobre 2013. Service public de Wallonie DGARNE.</p> <p>Van Meerbeek, K., Appels, L., Dewil, R., Calmeyn, A., Lemmens, P., Muys, B., & Hermy, M. (2015). Biomass of invasive plant species as a potential feedstock for bioenergy production. <i>Biofuels, Bioproducts and Biorefining</i>, 9(3), 273-282.</p>
LAGAROSIPHON MAJOR <i>Lagarosiphon major</i> 	<p>Oui. Du compostage sur place est réalisé dans l'Hérault, après une phase de stockage temporaire pour séchage préalable (Roumagnac <i>et al.</i>, 2018).</p>	<p>Non documenté.</p>	<p>Oui. Nécessite un stockage et un séchage préliminaire.</p>	<p>Oui, en présence importante de sédiments et après ressuyage (en veillant à éviter tout contact avec le sol durant la période de ressuyage).</p>	<p>Dans les Landes et dans le Lot-et-Garonne, du compostage de proximité est réalisé sur des parcelles forestières sèches (Lefort <i>et al.</i>, 2017).</p>	<p>Fernandez, S. et Zuazo, A. (2015). <i>Interventions de gestion du Grand Lagarosiphon dans l'étang Blanc (Landes)</i>. Groupe de travail Invasions Biologiques en milieux aquatiques. Onema et UICN Comité français.</p> <p>Lefort, P., Sarat, E. et Dutarte, A. (2017). <i>Gestion du Grand Lagarosiphon dans le vallon de Vergnole (Lot-et-Garonne)</i>. Groupe de travail Invasions Biologiques en milieux aquatiques. UICN Comité français et Agence française pour la biodiversité. Février 2017.</p> <p>Roumagnac, C., Blottière, D. et Dubus, V. (2018). <i>Interventions de gestion du Grand Lagarosiphon dans la retenue du barrage du Salagon (Hérault)</i>. Groupe de travail Invasions Biologiques en milieux aquatiques. UICN Comité français et Agence française pour la biodiversité. Janvier 2018.</p>
GALABERT <i>Lantana camara</i>	<p>Oui. Plusieurs expérimentations ont permis la production de compost non-toxique (Rawat et Suthar, 2014).</p>	<p>Non documenté.</p>	<p>Oui.</p>	<p>Uniquement les racines et rhizomes en présence de terre.</p>	<p>La plante étant toxique pour le bétail et ne peut pas être utilisée en tant que fourrage.</p>	<p>Rawat, I., & Suthar, S. (2014). Composting of tropical toxic weed <i>Lantana camara</i> L. biomass and its suitability for agronomic applications. <i>Compost Science & Utilization</i>, 22(3), 105-115.</p>

NOM Nom scientifique par ordre alphabétique	MÉTHODE DE TRAITEMENT	COMPLÉMENT D'INFORMATION ET AUTRES MÉTHODES DE TRAITEMENT EXPÉRIMENTÉES	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES
JUSSIES	Compostage (industriel ou de proximité) Méthanisation Incinération en installation agréée Stockage en ISDND	Oui. Mélange possible avec d'autres végétaux pour contrebalancer les propriétés gênantes de la plante (acidité, taux faible C/N). La forte teneur en eau facilite le démarrage du processus. Des essais de laboratoire ont montré que la capacité germinative des graines était détruite à partir de 50 °C (IIBSN, 2003).	Oui. Nécessite un stockage et un séchage préliminaire, hors zone inondable. Oui, en présence importante de sédiments et après ressuyage (en veillant à éviter tout contact avec le sol durant la période de ressuyage). Le Laboratoire ChimEco (UMR 5021 CNRS-Université de Montpellier) utilise cette plante pour la conception de filtres végétaux capables de retenir sélectivement les éléments métalliques polluants. Un projet de valorisation de la jussie sous forme de papier avait été proposé par l'Association des Amis des Marais du Vigueirat (Fleury et Pascal, 2015).
LYSICHITE JAUNE <i>Lysichiton americanus</i>	Oui. Le compostage de proximité a été mis en place en Haute-Vienne. Les plantes arrachées ont été placées dans un milieu sec. Les rhizomes ont été fendus en deux sur chaque plant pour s'assurer qu'elle ne se développe pas de nouveau (Charon et Blottiére, 2017).	Non documenté.	Importance de réaliser l'arrachage hors période de floraison/fructification car des graines peuvent être présentes malgré les précautions dans les déchets. En cas de stockage temporaire ou de compostage, les gros individus doivent être débités en plusieurs morceaux afin de limiter le risque de reprise.
MICONIA <i>Miconia calvescens</i>	La gestion de proximité est conseillée pour cette espèce pour éviter toute dispersion liée au transport. Les jeunes plants qui ne contiennent pas d'inflorescences ou d'infrutescences peuvent être suspendus la tête en bas sur le site des interventions.	Non documenté.	Cette espèce possédant un fort pouvoir de dispersion, il est indispensable de nettoyer tout matériel, chaussures ou équipement ayant pu être en contact avec de la terre ou l'espèce.

NOM Nom scientifique par ordre alphabétique	MÉTHODE DE TRAITEMENT	COMPLÉMENT D'INFORMATION ET AUTRES MÉTHODES DE TRAITEMENT EXPÉRIMENTÉES	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES
MYRIOHYLLES	Compostage (industriel ou de proximité)	Méthanisation	
Myriophyllum <i>aquaticum</i> <i>heterophyllum</i> 	<p>Oui. Le Myriophylle du Brésil ne produisant pas de graine (pas de reproduction sexuée), le compostage est indiqué pour cette espèce, en l'absence de sédiments.</p> <p>Oui. Plusieurs expérimentations ont été menées au Japon (Kobayashi et al., 2014) et en Allemagne (Moeller et al., 2018).</p> <p>Oui. Nécessite un stockage et un séchage préliminaire.</p> <p>Oui, en présence importante de sédiments et après ressuyage (en veillant à éviter tout contact avec le sol durant la période de ressuyage)</p> <p>En Normandie, la matière prélevée a été valorisée par épandage direct dans des parcelles agricoles sèches, après une période de stockage et de ressuyage sur géotextile (Mercier et Blottiére, 2018, Mercier, 2015).</p> <p>Dans la Somme, une partie des produits d'arrachage mécanique et d'herseage de Myriophylle hétérophylle a été, après ressuyage, séchage et décomposition, mélangée avec de la terre végétale pour réutilisation dans des projets d'aménagement. L'autre partie des produits a été envoyée en plateforme de compostage (Blottiére, 2018).</p>		<p>Blottiére, D. (2018). <i>Gestion du Myriophylle hétérophylle sur la Somme et ses canaux. Centre de ressources Espèces exotiques envahissantes. UICN Comité français et Agence française pour la biodiversité</i>. Janvier 2018.</p> <p>Fernandez, S. et Sarat, E. (2015). <i>Interventions de gestion du Myriophylle du Brésil dans les marais du Jaunay et du Gué-Gorand (Vendée). Groupe de travail Invasions Biologiques en milieux aquatiques</i>. Onema et UICN Comité français.</p> <p>Kobayashi, T., Wu, Y. P., Lu, Z. J., & Xu, K. Q. (2015). Characterization of anaerobic degradability and kinetics of harvested submerged aquatic weeds used for nutrient phytoremediation. <i>Energies</i>, 8(1), 304-318.</p> <p>Mercier, D. et Blottiére, D. (2018). <i>Gestion du Myriophylle du Brésil dans le plan d'eau de Riondaz à Viriat (Ain). Groupe de travail Invasions Biologiques en milieux aquatiques. UICN Comité français et Agence française pour la biodiversité</i>. Décembre 2018.</p> <p>Mercier, F. (2015). <i>Gestion du Myriophylle du Brésil dans le marais de Chicheboville-Bellengreville (Calvados). Groupe de travail Invasions Biologiques en milieux aquatiques. Onema et UICN Comité français</i>.</p> <p>Moeller, L., Bauer, A., Wedwitschka, H., Stinner, W., & Zehnsdorf, A. (2018). Crop characteristics of aquatic macrophytes for use as a substrate in anaerobic digestion plants—A study from Germany. <i>Energies</i>, 11(11), 3016.</p>
FIGUER DE BARBARIE <i>Opuntia</i> sp. <i>Opuntia rosea</i> <i>Opuntia ficus</i> <i>indica</i> 	<p>Oui. Dans le cadre du compostage des <i>Opuntia</i> sp. collectés sur l'île du Frioul, des tests de germination réalisés sur des échantillons prélevés (société Biotechna, Châteauneuf les Martigues), attestent de la destruction du pouvoir germinatif des figuiers à la suite d'un traitement par compostage (AGIR Ecologique, comm. pers., 2021). Les figuiers sont broyés puis mélangés à des boues de station d'épuration. Le mélange est ensuite mis dans des alvéoles pour une maturation forcée de 20 jours dans le bâtiment, avec une montée en température allant jusqu'à 80°C voir plus au cœur de l'andain. Avant d'être sorti du bâtiment, le produit est passé dans une cribleuse, et la partie fine du compost est mise en maturation sur dalle pendant encore 3 mois.</p>	<p>Non documenté.</p>	<p>Blottiére, D. et Dubus, V. (2018). <i>Tentative d'éradication de l'Oponce rose sur la commune de Célines (Hérault). Groupe de travail Invasions Biologiques en milieux aquatiques. UICN Comité français et Agence française pour la biodiversité</i>. Juillet 2018.</p> <p>La compagnie des forestiers – AGIR écologique. (2020). <i>Gestion des espèces végétales exotiques envahissantes – Parc National des Calanques</i>.</p> <p>Rodas-Gaitán, H. A., Palma-García, J. M., Olivares-Sáenz, E., Gutiérrez-Castorena, E. V., & Vázquez-Alvarado, R. (2019). Biodynamic preparations on static pile composting from prickly pear cactus and moringa crop wastes. <i>Open Agriculture</i>, 4(1), 247-257.</p>

NOM Nom scientifique par ordre alphabétique	MÉTHODE DE TRAITEMENT	COMPLÉMENT D'INFORMATION ET AUTRES MÉTHODES DE TRAITEMENT EXPÉRIMENTÉES	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES
LAITUE D'EAU <i>Pistia stratiotes</i>	Compostage (industriel ou de proximité)	Méthanisation Incineration en installation agréée Stockage en ISDND	
LAITUE D'EAU <i>Pistia stratiotes</i>	Oui. La laitue d'eau est compostée depuis de nombreuses années dans différents pays tropicaux. Une température d'eau au moins 50 °C est nécessaire pour neutraliser les graines et un compost est obtenu en deux mois environ (Agendia <i>et al.</i> , 1997).	Des expérimentations de méthanisation ont été menées au Maroc et ont montré un taux intéressant de production de biogaz lorsque la Laitue d'eau est mélangée à de la bouse de vache (Bentayaa, 1992).	Oui. Nécessite un stockage et un séchage préliminaire. Non.
JACINTHE D'EAU <i>Pontederia</i> <i>crassipes</i>	Oui. Les températures requises pour dévitaliser les graines sont de 57 °C avec une exposition minimale de 72 heures (Montoya <i>et al.</i> , 2013). Des expérimentations de lombricompostage ont également été menées en Inde (températures de 34 °C pendant 40-45 jours) ont permis la production de compost inoculable (Girija <i>et al.</i> , 2005).	Oui. Les expérimentations, menées avec des digesteurs de type discontinu de 200 L de capacité avec pour substrat 60 kg de la Jacinthe d'eau ensemencée avec 20 L de purin de bactéries méthanolégères indique une production moyenne de biogaz de 1440 L pour 3,67 kg de matière sèche de Jacinthe d'eau (Almoustapha et Milogo-Rasolodimby, 2006).	Oui. Nécessite un stockage et un séchage préliminaire. Non.

NOM Nom scientifique par ordre alphabétique	MÉTHODE DE TRAITEMENT	COMPLÉMENT D'INFORMATION ET AUTRES MÉTHODES DE TRAITEMENT EXPÉRIMENTÉES	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES
CERISIER TARDIF	Compostage (industriel ou de proximité)	Méthanisation Incineration en installation agréée Stockage en ISDND	Prunus serotina
CERISIER TARDIF <i>Prunus serotina</i>	Non documenté. Toutefois en raison de la forte capacité de l'espèce à fixer l'azote, sa litière est considérée comme « labile » soit très facilement et donc rapidement dégradable par les microorganismes (Lenoir, comm. pers., 2021).	Cette méthode de traitement n'est pas conseillée pour des parties aériennes trop lignifiées.	Oui. Uniquement les racines en présence de terre. Comme pour la plupart des espèces arbustives, le tronc peut être utilisé comme bois-énergie, sous forme de plaquettes ou de bûches. Ewald, M., Skowronek, S., Aerts, R., Dolos, K., Lenoir, J., Nicolas, M., ... & Schmidlein, S. (2018). Analyzing remotely sensed structural and chemical canopy traits of a forest invaded by <i>Prunus serotina</i> over multiple spatial scales. <i>Biological Invasions</i> , 20(8), 2257-2271.
RENOUÉES ASIATIQUES <i>Reynoutria japonica</i> <i>Reynoutria saccharinensis</i>	Oui. Les expériences de compostage de renouées montrent de bons résultats, sous condition d'un traitement industriel maîtrisé, avec une montée en température et une homogénéisation suffisante du produit pour dévitaliser complètement les diaspores de la plante. Plusieurs recommandations ont été faites par Barthod et Boyer (2017) : 8 mois de traitement, deux retournements mécanique et température de 70°C pendant le 1er mois, puis supérieure à 55°C. Dans les essais menés sur la plateforme Zymovert, les tiges et rhizomes ont été broyés puis compostés pendant 4 mois (Gouirand <i>et al.</i> , 2020). A l'issue de la période, tiges et rhizomes étaient secs et aucune reprise n'a été observée, même après épandage.	La Renouée présente un intérêt pour la méthanisation en raison de ses caractéristiques (Le Roux comm. pers., 2021). L'étude de l'ENSAIA a démontré l'absence de reprise des tiges et rhizomes dès 15 jours de méthanisation. La germination est inhibée dès 15 jours en méthaniseur (Le Roux <i>et al.</i> , 2017).	Oui. Uniquement pour les terres contenant des racines et rhizomes non séparés des terres. La densité de rhizomes est forte jusqu'à une distance de 2 à 3 m au-delà des dernières tiges, à une profondeur d'un mètre environ (Boyer, 2016). Une expérimentation de compostage et de co-compostage à la ferme de tiges et de rhizomes a été réalisée par le CBN de Franche-Comté et l'Observatoire régional des invertébrés, pour le compte du SYBERT. Deux modalités d'andain ont été testées : avec effluents d'élevage et sans effluents d'élevage. La matière végétale a été préalablement broyée puis mise en andain sur une durée de 20 semaines et avec 4 retournements. Aucune repousse n'a été observée mais cette absence totale de toute repousse végétale, a été directement influencée par les conditions climatiques atypiques de l'été 2018. La présence des effluents permet cependant une bonne montée des températures dans l'andain et permet l'hygiénisation du compost (Vuilleminot, 2019) Barthod, L. et Boyer, M. (2017). Prévention du risque de dissémination des plantes invasives via la filière de valorisation des déchets verts par compostage - Etude de la survie des tiges, des rhizomes et des graines de renouées asiatiques intégrés dans un compost industriel, Concept.Cours.d'EAU : 52 p. Boyer, M. (2016). <i>Reynoutria japonica</i> . Base d'information sur les invasions biologiques en milieux aquatiques. Groupe de travail national Invasions biologiques en milieux aquatiques. UICN France et Onema. Fuchs, J. (2017). Etude de la survie du Souchet comestible (<i>Cyperus esculentus</i>) et de la Renouée du Japon (<i>Reynoutria japonica</i>) lors du compostage et de la méthanisation. Rapport Final. FiBL Schweiz / Suisse. Gouirand, M., Freudenreich, M. et Singh, C. (2020). Expérimentation de compostage de renouées asiatiques sur le bassin de l'Orge (Essonne). Centre de ressources Espèces exotiques envahissantes. UICN France et Office français de la Biodiversité. Avril 2020. Le Roux, Y., Pacaud, S. et Chanudet, B. (2017). Sécurisation de la valorisation des herbes de bord de route par méthanisation : quelle faisabilité de l'intégration des renouées asiatiques. Laxou, 5 octobre 2017. Vuilleminot, M. (2019). Expérimentation de compostage et de co-compostage à la ferme de renouées asiatiques au sein du SYBERT. Conservatoire botanique national de Franche-Comté-Observatoire régional des invertébrés.

NOM Nom scientifique par ordre alphabétique	MÉTHODE DE TRAITEMENT	COMPLÉMENT D'INFORMATION ET AUTRES MÉTHODES DE TRAITEMENT EXPÉRIMENTÉES	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES
RHODODEN- DRON PONTIQUE	Compostage (industriel ou de proximité)	Méthanisation Incineration en installation agréée Stockage en ISDND	
RHODODEN- DRON PONTIQUE <i>Rhododendron ponticum</i>	<p>Non-conseillé. La litière de rhododendron se dégradant difficilement (Kichey, comm. pers., 2021).</p>	<p>Cette méthode de traitement n'est pas conseillée pour des parties aériennes trop lignifiées.</p>	<p>Oui. Nécessite un stockage et un séchage préliminaire.</p> <p>Uniquement les racines en présence de terre.</p> <p>Comme pour la plupart des espèces arbustives, le tronc peut être utilisé comme bois-énergie, sous forme de plaquettes ou de bûches.</p>
SUMAC <i>Rhus typhina</i>	<p>Oui. Les déchets végétaux peuvent être compostés normalement, s'ils ne contiennent ni fleurs, ni graines, ni racines, ni drageons.</p>	<p>Cette méthode de traitement n'est pas conseillée pour des parties aériennes trop lignifiées.</p>	<p>Oui.</p> <p>Uniquement les racines en présence de terre.</p> <p>Le volume considéré comme contaminé (couche sup. contenant des graines ou des racines) se situe sur un rayon de 10 m autour de la plante ou de la population et une profondeur d'environ 1 m (Cercle exotique, 2016).</p> <p>D'après la publication à dire d'expert du Cercle Exotique (Suisse), les déchets comportant des fleurs ou des graines peuvent être valorisés en compostage industriel, en méthanisation mésophile ou thermophile. Les racines et drageons sont à éliminer par compostage en boxes ou par fermentation thermophile.</p> <p>Comme pour la plupart des espèces arbustives, le tronc peut être utilisé comme bois-énergie, sous forme de plaquettes ou de bûches.</p> <p>Des études sont en cours pour quantifier le potentiel bioénergétique du Sumac (Ahmad <i>et al.</i> 2020).</p> <p>La gestion par broyage paillage des parties aériennes de Sumac de Virginie est envisageable en dehors des périodes de fructification (Eugène <i>et al.</i>, 2013).</p> <p>Ahmad, M. S., Liu, H., Alhumade, H., Tahir, M. H., Çakman, G., Yıldız, A., ... & Shen, B. (2020). A modified DAEM: To study the bioenergy potential of invasive Staghorn Sumac through pyrolysis, ANN, TGA, kinetic modeling, FTIR and GC-MS analysis. <i>Energy Conversion and Management</i>, 221, 113173.</p> <p>Cercle exotique. (2014). Recommandations pour la lutte contre le sumac (<i>Rhus typhina</i>). Version 1.0. Octobre 2014.</p> <p>Cercle exotique. (2016). Utilisation de matériaux issus du décapage de sols contaminés par des plantes exotiques envahissantes dans le sens de l'annexe 2 ODE. Recommandations de l'AGIN en vue de la mise en œuvre de l'art. 15 al. 3 ODE. Version 2.0, mars 2016. 9 p.</p> <p>Eugène, M., Mahy, G. et Monty, A. (2013). Recherche d'intérêt général relative à l'efficacité du compostage de plantes exotiques invasives. Rapport final octobre 2013. Service public de Wallonie DGARNE.</p>
SALVINIES <i>Salvinia molesta</i> <i>Salvinia natans</i>	<p>Oui. Des expérimentations de lombricompostage ont été menées en Inde (températures de 34 °C pendant 40-45 jours) ont permis la production de compost inoculable (Girija <i>et al.</i>, 2005).</p>	<p>Oui. La méthanisation a été expérimentée dans de nombreux pays tropicaux, seule et en mélange avec de la paille de riz et d'autres substances.</p> <p>Le rendement pour la production de biogaz pour l'espèce seule est jugé insuffisante (O'Sullivan <i>et al.</i>, 2010).</p>	<p>Oui. Nécessite un stockage et un séchage préliminaire.</p> <p>Non.</p> <p>Abbas, S. A., & Nipaney, P. C. (1984). Generation of biogas from <i>Salvinia molesta</i> (Mitchell) on a commercial biogas digester. <i>Environmental Technology</i>, 5(11), 75-80.</p> <p>Girija, T., Sushama, P. K., & Abraham, C. T. (2005). Vermi Composting of Aquatic Weeds. <i>Indian Journal of Weed Science</i>, 37(1and2), 155-156.</p> <p>O'Sullivan, C., Rounsefell, B., Grinham, A., Clarke, W., & Udy, J. (2010). Anaerobic digestion of harvested aquatic weeds: water hyacinth (<i>Eichhornia crassipes</i>), cabomba (<i>Cabomba caroliniana</i>) and salvinia (<i>Salvinia molesta</i>). <i>Ecological Engineering</i>, 36(10), 1459-1468.</p>

NOM Nom scientifique par ordre alphabétique	MÉTHODE DE TRAITEMENT				COMPLÉMENT D'INFORMATION ET AUTRES MÉTHODES DE TRAITEMENT EXPÉRIMENTÉES	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES
SÉNEÇON DU CAP <i>Senecio inaequidens</i>	Compostage (industriel ou de proximité)	Méthanisation	Incineration en installation agréée	Stockage en ISDND		
SÉNEÇON DU CAP <i>Senecio inaequidens</i>	Oui. Les déchets végétaux sans fleurs ni racines peuvent être compostés normalement.	Oui. La méthanisation inhibe la germination, selon une expérimentation réalisée sur des akènes mis 4 semaines en bouteille à 37 °C. Production estimée de CH4 : 31,7 m³ de méthane par tonne de matière brute (Spigest, 2018).	Oui.	Oui, pour les terres contenant des graines. Le volume considéré comme contaminé (couche sup. contenant des graines) se situe sur un rayon de 10 m autour de la plante ou de la population et une profondeur d'environ 30 m (Cercle exotique, 2016)	D'après la publication à dire d'expert du Cercle Exotique (Suisse), les déchets comportant des fleurs ou des graines peuvent être valorisés en compostage industriel, en méthanisation mésophile ou thermophile.	<p>Cercle exotique. (2014). Recommandations pour la lutte contre le Séneçon du Cap (<i>Senecio inaequidens</i>). Version 1.0. Octobre 2014.</p> <p>Cercle exotique. (2016). Utilisation de matériaux issus du décapage de sols contaminés par des plantes exotiques envahissantes dans le sens de l'annexe 2 ODE. Recommandations de l'AGIN en vue de la mise en œuvre de l'art. 15 al. 3 ODE. Version 2.0, mars 2016. 9 p.</p> <p>Spigest. (2018). Sécurisation de l'approvisionnement des herbes de bord de route pour la méthanisation : impact du Séneçon du Cap.</p>
SOLIDAGES <i>Solidago canadensis</i> <i>Solidago gigantea</i>	Les déchets végétaux sans fleurs, graines ni racines peuvent être compostées normalement.	Oui, perte de viabilité des diaspores après 40 jours dans un digesteur mésophile à 37 °C (Van Meerbeek <i>et al.</i> , 2015).	Oui.	Oui, pour les terres contenant des graines. Le volume considéré comme contaminé (couche sup. contenant des graines) se situe sur un rayon de 10 m autour de la plante ou de la population et une profondeur d'environ 1 m (Cercle exotique, 2016).	D'après la publication à dire d'expert du Cercle Exotique (Suisse), les déchets comportant des fleurs ou des graines peuvent être valorisés en compostage industriel, en méthanisation mésophile ou thermophile. Du compostage de proximité (après broyage) a été réalisé en région Centre-Val-de-Loire. La dégradation naturelle de <i>Solidago canadensis</i> a été observée au bout de 2-3 semaines (Fernandez, 2017). S'il semble que les parties aériennes de solidage pourraient être gérées par broyage-paillage, en dehors des périodes de fructification, sans risque de reprise ni de dissémination par propagules, cette méthode n'est pas envisageable pour les organes souterrains (Eugène <i>et al.</i> , 2013).	<p>Cercle exotique. (2014). Recommandations pour la lutte contre le Solidage du Canada et le Solidage géant (<i>Solidago canadensis</i> et <i>Solidago gigantea</i>). Version 1.0. Octobre 2014.</p> <p>Cercle exotique. (2016). Utilisation de matériaux issus du décapage de sols contaminés par des plantes exotiques envahissantes dans le sens de l'annexe 2 ODE. Recommandations de l'AGIN en vue de la mise en œuvre de l'art. 15 al. 3 ODE. Version 2.0, mars 2016. 9 p.</p> <p>Eugène, M., Mahy, G. et Monty, A. (2013). Recherche d'intérêt général relative à l'efficacité du compostage de plantes exotiques invasives. Rapport final octobre 2013. Service public de Wallonie DGARNE.</p> <p>Fernandez S. (2017). Gestion expérimentale du Solidage du Canada sur les prairies des Chêneviers (Indre). Groupe de travail invasions biologiques en milieux aquatiques. Onema et UICN Comité français.</p> <p>Van Meerbeek, K., Appels, L., Dewil, R., Calmeyn, A., Lemmens, P., Muys, B., & Hermy, M. (2015). Biomass of invasive plant species as a potential feedstock for bioenergy production. <i>Biofuels, Bioproducts and Biorefining</i>, 9(3), 273-282.</p>

NOM Nom scientifique par ordre alphabétique	MÉTHODE DE TRAITEMENT	COMPLÉMENT D'INFORMATION ET AUTRES MÉTHODES DE TRAITEMENT EXPÉRIMENTÉES	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES
SPARTINE	Compostage (industriel ou de proximité)	Méthanisation Incineration en installation agréée Stockage en ISDND	Chen, G., Zheng, Z., Yang, S., Fang, C., Zou, X., & Zhang, J. (2010). Improving conversion of <i>Spartina alterniflora</i> into biogas by co-digestion with cow feces. <i>Fuel processing technology</i> , 97(11), 1416-1421. Chen, J. H., Wang, H. L., Wang, L., Li, Y. L., Zhang, W. Q., Fu, X. H., & Le, Y. Q. (2011). Composting and Returning of <i>Spartina alterniflora</i> Straw/Goat Feces and Its Amelioration Effect on the Coastal Saline Soil: Laboratory Study [J]. <i>Journal of Agro-Environment Science</i> , 3. Larzillière, A. (2016). <i>Gestion de la Spartine alterniflora en rade de Brest (Finistère)</i> . Groupe de travail invasions biologiques en milieux aquatiques. Onema et UICN Comité français. Janvier 2016.
TULIPIER DU GABON <i>Spathodea campanulata</i>	Peu documenté. Le compostage semble possible pour les branchages fins ne contenant pas de fleurs ni de graines. La gestion de proximité est conseillée pour cette espèce pour éviter toute dispersion. Les jeunes plants qui ne contiennent pas d'inflorescences ou d'infrutescence peuvent être suspendus la tête en bas sur le site des interventions (Courty et Lasalle, 2020).	Cette méthode de traitement n'est pas conseillée pour des parties aériennes trop significées. Oui. Les infrutescences doivent être transportées dans des sacs hermétiques jusqu'au site d'incinération (Courty et Lasalle, 2020).	Oui, pour les terres contenant des graines. Les fleurs de Tulipier du Gabon sont parfois utilisées pour en extraire de la teinture (Lokesh <i>et al.</i> , 2013). Sur l'île de La Réunion, les branches sont broyées et les résidus peuvent être utilisés pour faire du paillage (Quiriet, comm. pers., 2021).
PETITE CITRONNELLE <i>Triphasia trifolia</i>	La gestion de proximité est conseillée pour cette espèce pour éviter toute dispersion. Les jeunes plants qui ne contiennent pas d'inflorescences ou d'infrutescence peuvent être suspendus la tête en bas sur le site des interventions (Courty et Lasalle, 2020).	Non documenté. Oui. Les infrutescences doivent être transportées dans des sacs hermétiques jusqu'au site d'incinération (Courty et Lasalle, 2020).	Oui, pour les terres contenant des graines. Courty C. et Lasalle M. (2020). <i>Guide des espèces végétales exotiques envahissantes de Martinique</i> . Deal Martinique. 84 pp.

ANNEXES

Bibliographie

p. 131

Glossaire

p. 134

BIBLIOGRAPHIE

(hors fiches descriptives et tableau récapitulatif)

ARPE & CBNMED. (2009). *Plantes Envahissantes - Guide d'identification des principales espèces aquatiques et de berges en Provence et Languedoc*. Agence régionale pour l'environnement PACA. 112 p.

BARTHOD L. ET BOYER, M. (2017). *Prévention du risque de dissémination des plantes invasives via la filière de valorisation des déchets verts par compostage ; étude de la survie des tiges, des rhizomes et des graines de renouées asiatiques intégrés dans un compost industriel*. Concept.Cours.d'EAU, 52 p.

BELLIER, I. (2020). *A Marseille, des plantes envahissantes du Frioul transformées en alcool*. Made in Marseille : l'info en ligne de la région marseillaise. 15 décembre 2020. (<https://madeinmarseille.net/82858-a-marseille-des-plantes-envahissantes-du-frioul-transformees-en-alcool/>, consulté le 08/11/2021)

BORTOLI, C. & GUÉRIN, M. (2021). *Abattage, essoufchage, dévitalisation : des clés pour substituer et diversifier ces pratiques au bénéfice de la conservation et de la valorisation des arbres*, Plante & Cité, 76 p.

BOYER, M. (2009). *Une nouvelle technique d'éradication mécanique des renouées du Japon testée avec succès au bord de l'Ain et de l'Isère*. Revue Ingénieries-Eau-Agriculture-Territoires n°57-58. pp. 17-31.

BOYER, M. (2016a). *Base d'informations : Gestion des renouées asiatiques : traitement des terres contaminées*. Centre de ressources Espèces exotiques envahissantes. (<http://especes-exotiques-envahissantes.fr/base-dinformation-page-daccueil/base-dinformations-gestion-des-renouees-asiatiques-traitement-des-terres-contaminees/>, consulté le 08/11/2021)

BOYER, M. (2016b). *Reynoutria japonica. Base d'information sur les invasions biologiques en milieux aquatiques*. Groupe de travail national Invasions biologiques en milieux aquatiques. UICN France et Onema. (<http://especes-exotiques-envahissantes.fr/espece/reynoutria-japonica/> consulté le 08/11/2021)

CALESTREME, A. (2002). *Invasion de Typha australis dans le bassin du fleuve Sénégal*. Synthèse bibliographique universitaire. Diplôme d'études supérieures spécialisées productions animales en régions chaudes. Université de Montpellier II. 31 p.

CERCLE EXOTIQUE. (2016). *Utilisation de matériaux issus du décapage de sols contaminés par des plantes exotiques envahissantes dans le sens de l'annexe 2 ODE*. Recommandations de l'AGIN en vue de la mise en œuvre de l'art. 15 al. 3 ODE. Version 2.0, mars 2016. 9 p.

CHATEL, G., DUWALD, R., PIOT, C., DRAYE, M. (2019). *Valorisation chimique et économique des renouées asiatiques : quelle stratégie pour une gestion durable ? Revue Science Eaux & Territoires*. Renouées envahissantes - Connaissances, gestions et perspectives, numéro 27, 2019, pp. 102-107, 14/06/2019.

CLAVEL, A. (2020). *La problématique des renouées asiatiques sur un chantier routier Analyse bibliographique des techniques de gestion et recommandations pour la gestion d'importants volumes de terres infestées*. Cerema Centre-Est. DREAL Bourgogne-Franche-Comté. 64 p.

COLLECTIF MUSEUM D'HISTOIRE NATURELLE/GRDF/ FÉDÉRATION NATIONALE DES TRAVAUX PUBLICS/ENGIE LAB CRIGEN. (2016). *Guide d'identification et de gestion des espèces végétales exotiques envahissantes sur les chantiers de travaux publics*, 25 p.

COUPLAN, F. (2015). *Aimez vos plantes invasives : mangez-les !* Editions Quae. 144 p.

COUSSY, S., DUBRAC, N., HULOT, C., BILLARD, A. & KAABOUCH, A. (2020). *Guide de valorisation hors site des terres excavées issues de sites et sols potentiellement pollués dans des projets d'aménagement*. Direction générale de la prévention des risques, Service des risques technologiques, Bureau du sol et du sous-sol. Direction générale de la prévention des risques, Service des risques technologiques, Bureau du sol et du sous-sol. Version 2, Avril 2020. 60 p.

DANDELLOT, S. (2004). *Les Ludwigia spp. du sud de la France : historique, biosystématique et écologie*. Thèse. Université Paul Cézanne, Aix-Marseille III. 218 p.

DANDELLOT, S., VERLAQUE, R., DUTARTRE, A., & CAZABON, A. (2005). *Ecological, dynamic and taxonomic problems due to Ludwigia (Onagraceae) in France*. *Hydrobiologia*, 551(1), pp. 131–136.

DEBRIL, J., MATRAT, R., & HAURY, J. (2005). *Gestion des déchets de Jussie par le compostage*. DIREN des Pays de la Loire, UMR INRA Agrocampus EQHC, Rennes, 37 p.

DIAGNE, C., LEROY, B., VAISSIÈRE, A.C., GOZLAN, R.E., ROIZ, D., JARIĆ, I., ... & COURCHAMP, F. (2021). *High and rising economic costs of biological invasions worldwide*. *Nature*, 592(7855), pp. 571-576.

DUTARTRE, A. (2009). *Gestion des jussies. Évaluation des risques de germinations après compostage*. Cemagref REBX, programme Géolandes, Rapport, 14 p.

DUTARTRE, A. (2010). *Gestion des jussies : tests de germination sur sédiments et échantillons de composts*. Irstea. 14 p.

DUTARTRE, A. & FARE, A. (2002). *Guide de gestion des proliférations de plantes aquatiques*, Cemagref, Agence de l'eau Adour-Garonne, Rapport, 121 p.

DUTARTRE, A. & REBILLARD, J.P. (2015). *Les principaux végétaux aquatiques du Sud-Ouest de la France*. Agence de l'eau Adour-Garonne et Irstea, 204 p.

DUTARTRE, A., PELTRE, M.C., PIPET, N., FOURNIER, L., & MENOZZI, M.J. (2008). *Régulation des développements de plantes aquatiques*. Ingénieries-EAT, numéro spécial, pp. 135-154.

ENVIRONMENT AGENCY. (2013). *The knotweed code of practice*, 72 p.

FOURNIER, F. (2021). *Terres Végétales et Espèces Exotiques Envahissantes*. Rapport d'étude. Cerema Hauts-de-France/TEER. 53 p.

GRISON, C. & LE BLAINVAUX, P. (2021). *De la préservation des écosystèmes aquatiques à l'écocatalyse*. L'Actualité Chimique. Société chimique de France, 2021, Sécurité de l'eau, 465, pp. 9-15.

HAVET, F. (2003). *Etude des capacités de germination des jussies du Marais Poitevin en conditions de laboratoire*. Institut Universitaire de Technologie, Département Génie Biologique, La Roche sur Yon. Mémoire, 60 p. + annexes.

IIBSN. (2003). *Etude des capacités de germination des jussies du Marais Poitevin en conditions de laboratoire*. Institution Interdépartementale du Bassin Versant de la Sèvre Niortaise, rapport, 77 p.

IUCN. (2021). *The IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2021-2. (<https://www.iucnredlist.org>, consulté le 08/11/2021)

LABORATOIRE DE BIOLOGIE VÉGÉTALE YVES ROCHER. (2013). *Utilisation d'un extrait de Carpobrotus edulis dans une composition cosmétique*. Demande de brevet d'invention. FR 3 013 593 – A1. 26 p. + annexes.

LAVOIE, C. (2017). *Gestion des résidus végétaux et des sols contaminés avec des plantes envahissantes*. Recension de la littérature scientifique et recommandations. Université de Laval. 29 p.

MARINGER, J., WOHLGEMUTH, T., NEFF, C., PEZZATTI, G.B. & CONEDERA, M. (2012). *Post-fire spread of alien plant species in a mixed broad-leaved forest of the Insubric region*. *Flora*. 207 : pp. 19-29.

MERVOYER, C. & BASTIN, C. (2021). *Valoriser le Carpobrotus edulis : un exemple de bio-inspiration et des perspectives*. Présentation orale. Journée d'échanges thématiques de l'Agence Bretonne de la Biodiversité du 19 avril 2021.

MOIROUD, C. (2017). *Traitement des matériaux contaminés par des rhizomes de renouées du japon*. Présentation orale. Journée technique d'information et d'échanges « La gestion des espèces exotiques envahissantes ». 9 juin 2017. Poisy.

MOIROUD, C., BRASIER, W. & BOYER, M. (2019). *Traitement mécanique de volumes importants de terres infestées par des rhizomes de renouée du Japon : technique par criblage-concassage*. *Revue Science Eaux & Territoires*, Renouées envahissantes – Connaissances, gestions et perspectives, Numéro 27, 2019, p. 68-73.

MULLER, S. (COORD.) (2017). *Stratégie nationale relative aux espèces exotiques envahissantes*. Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer, en charge des relations internationales sur le climat, Direction générale de l'aménagement, du logement et de la nature. 44 p.

ORDWAY, D., HOHMANN, J., VIVEIROS, M., VIVEIROS, A., MOLNAR, J., LEANDRO, C., ARROZ, M.J., GRACIO, M.A. & AMARAL, L. (2003). *Carpobrotus edulis* methanol extract inhibits the MDR efflux pumps, enhances killing of phagocytosed *S. aureus* and promotes immune modulation. *Phytotherapy Research*, 17(5): pp. 512-519.

PARC NATUREL RÉGIONAL DE BRIÈRE. (2016). *Arrachage manuel dans les marais du Brivet et de Brière*. Descriptif des interventions 2016. Action : optimisation des chantiers d'arrachage de Jussie. Septembre 2016. 12 p.

PINEAU, C., LE BOURHIS, P. & DELHOM, E. (2017). *Étude exploratoire des conditions de mise en place d'une filière de valorisation des biomasses issues des chantiers d'arrachage de plantes invasives dans la Centrale EDF de Cordemais* - juin 2017. Cerema Ouest. 53 p.

PORTILLO LEMUS, L.O., BOZEC, M., HARANG, M., COUDREUSE, J., HAURY, J., STOECKEL, S. & BARLOY, D. (2021). *Self-incompatibility limits sexual reproduction rather than environmental conditions in an invasive water primrose*. *Plant-Environment Interactions*, 2021, vol. 2, no 2, pp. 74-86.

SARAT, E., FOCH, T., GAYOT, M. & VAN LAERE, G. (2017). *Chantier expérimental de régulation du Bambou dans le cœur du Parc national de la Guadeloupe*. Agence française pour la biodiversité & UICN France, mai 2017. 5 p.

SARAT, E., MAZAUBERT, E., DUTARTRE, A., POULET, N. & SOUBEYRAN, Y. (2015). *Les espèces exotiques envahissantes. Connaissances pratiques et expériences de gestion*. Volume 1 – Connaissances pratiques. Onema. Collection Comprendre pour agir. 252 p.

SINGH, C., BLOTTIÈRE, D., SARAT, E., DUTARTRE, A., SOUBEYRAN, Y. & POULET, N. (*In press*). Les espèces exotiques envahissantes : connaissances pratiques et expériences de gestion (ter). Volume 4. Office français de la biodiversité. Collection comprendre pour agir.

TROUVÉ, M. (2018). *Premières réflexions sur la gestion des terres « contaminées » par des plantes exotiques envahissantes*. Conservatoire d'espaces naturels Val de Loire. 5 p.

UICN COMITÉ FRANÇAIS (2015). *Synthèse des assises nationales « Espèces exotiques envahissantes : vers un renforcement des stratégies d'action »* - Orléans, 23, 24 et 25 septembre 2014. Paris, France. 77 p.

UICN COMITÉ FRANÇAIS (2018). *La valorisation socio-économique des espèces exotiques envahissantes établies en milieux naturels : un moyen de régulation adapté ? Première analyse et identification de points de vigilance*. France. 84 p.

UNEP/CBD/SBSTTA. (2014). *Pathways of introduction of invasive species, their prioritization and management*. Convention on Biological Diversity. Note by the Executive Secretary. Canada, Montréal. 26 juin 2014. 18 p.

UPGE. (2020). *Préconisations pour une meilleure prise en compte du risque de dissémination des espèces végétales exotiques envahissantes (EVEE) terrestres dans les projets de travaux*. Cahiers des charges et EVEE. 29 p.

VAN DER WATT, E. & PRETORIUS, J.C. (2001). *Purification and identification of active antibacterial components in *Carpobrotus edulis* L.* *Journal of Ethnopharmacology*, 76(1): pp. 87-91.

ZARROUK, A., SMACH, M. A., HAFSA, J., SGHAIER, R., HAMMAMI, M., & CHARFEDDINE, B. (2019). *Effects of *Carpobrotus edulis* extract on oxidative stress and 158n oligodendrocyte death*. *Biomedical and Environmental Sciences*, 32(4), pp. 291-299.

GLOSSAIRE

Amphibie : plante enracinée capable de se développer aussi bien dans les eaux que sur les rives, en produisant hors des eaux des tiges rigides.

Banque de graines : stock de graines dormantes qui se constitue naturellement dans les sols pourvus d'une couverture végétale.

Biodéchets (d'après l'article L.541-1-1 du Code de l'environnement) : déchets non dangereux biodégradables de jardin ou de parc, les déchets alimentaires ou de cuisine provenant des ménages, des bureaux, des restaurants, du commerce de gros, des cantines, des traiteurs ou des magasins de vente au détail, ainsi que les déchets comparables provenant des usines de transformation de denrées alimentaires.

Biosécurité (d'après le dossier FAO sur la biosécurité, 2007) : approche stratégique intégrée de gestion des risques pesant sur la vie et la santé des personnes, des animaux et des plantes et les risques associés pour l'environnement

Déchet dangereux : déchet présentant un caractère explosif, infectieux, inflammable, cancérogène ou encore毒ique (les déchets dangereux sont signalés par un astérisque dans la liste des déchets mentionnée à l'article R. 541-7 du Code de l'environnement).

Déchets non dangereux inertes : tout déchet qui ne subit aucune modification physique, chimique ou biologique importante, qui ne se décompose pas, ne brûle pas, ne produit aucune réaction physique ou chimique, n'est pas biodégradable et ne détériore pas les matières avec lesquelles il entre en contact d'une manière susceptible d'entraîner des atteintes à l'environnement ou à la santé humaine.

Déchet ultime (d'après l'article L.541-1-1 du Code de l'environnement) : déchet qui n'est plus susceptible d'être réutilisé ou valorisé dans les conditions techniques et économiques du moment, notamment par extraction de la part valorisable ou par réduction de son caractère polluant ou dangereux.

Déchets verts (d'après la Circulaire du 18 novembre 2011) : éléments issus de la tonte de pelouse, de la taille de haies et d'arbustes, d'élagage, de débroussaillement et autres pratiques similaires.

Diaspore : toute structure disséminée par un individu pour assurer sa multiplication, telles que les graines ou les fragments végétatifs capables de bouturer.

Chaleur fatale (appelée aussi « chaleur perdue ») : correspond à l'énergie thermique rejetée lors du fonctionnement d'un procédé de production ou de transformation de l'énergie.

Espèce exotique envahissante (appelée aussi « espèce invasive ») : espèce introduite par l'homme en dehors de son aire de répartition naturelle, volontairement ou accidentellement, dont l'implantation et la propagation menacent les écosystèmes, avec des conséquences écologiques, économiques ou sanitaires négatives.

Effluents d'élevage : déjections liquides ou solides, fumiers, eaux de pluie ruisselant sur les aires découvertes accessibles aux animaux, jus d'ensilage et eaux usées issues de l'activité d'élevage et de ses annexes.

Élimination (d'après l'article L.541-1-1 du Code de l'environnement) : toute opération qui n'est pas de la valorisation même lorsque ladite opération a comme conséquence secondaire la récupération de substances ou d'énergie.

Grave : mélange naturel à granularité continue, de cailloux, de graviers et de sable.

Hydrophyte : plante qui développe la totalité de son appareil végétatif à l'intérieur du plan d'eau ou à sa surface.

Hélophyte : plante qui développe des appareils reproducteurs et végétatifs aériens, mais gardant son appareil souterrain dans un substrat gorgé d'eau.



Opuntia sur l'îlot Pouh. © CEN Nouvelle-Calédonie

Hygiénisation (d'après Le Memento degremont® de SUEZ) : terme général désignant les opérations permettant de réduire à un niveau non dangereux la présence de tous les micro-organismes pathogènes se trouvant dans la matière ainsi transformée.

Industrie nutraceutique : industrie ayant pour but la production de produits ou aliments mettant en avant leurs effets positifs, réels ou affirmés, sur la santé.

Matière inerte (selon la norme NF U 44-051) : matière constituée d'éléments indésirables tels que le verre, les morceaux métalliques, les films plastiques et PSE (polystyrène expansé) et les autres plastiques.

Matière végétale : matière ne présentant aucune trace de produit ou de matière non végétale ajoutée postérieurement à sa récolte ou à sa collecte. Sont notamment considérées comme matières végétales, les végétaux ayant subi des traitements physiques ou thermiques,

et les algues faisant l'objet d'une obligation de ramassage. Restent considérés comme matières végétales, les résidus végétaux des industries agroalimentaires qui n'ont subi qu'une opération de traitement mécanique (broyage, criblage, pressage, filtration), de séchage ou une opération de lavage sans adjuvant.

Pyrophile : dont la propagation, la multiplication ou la reproduction sont stimulées par le feu.

Rémanent : débris de végétaux laissés après la coupe ou l'arrachage.

Valorisation (d'après l'article L.541-1-1 du Code de l'environnement) : toute opération dont le résultat principal est que des déchets servent à des fins utiles en remplaçant d'autres matières qui auraient été utilisées à une fin particulière, ou que des déchets soient préparés pour être utilisés à cette fin, dans l'usine ou dans l'ensemble de l'économie.



Les espèces exotiques envahissantes (EEE) constituent l'une des principales pressions qui s'exercent sur la biodiversité à l'échelle mondiale. Pour limiter leurs impacts, de nombreuses interventions de gestion sont appliquées sur l'ensemble du territoire français, aussi bien en métropole que dans les outre-mer.

L'importante quantité de biomasse de plantes exotiques envahissantes extraite lors de ces interventions représente une contrainte systématique pour les gestionnaires d'espaces, qui en ont la responsabilité. Le traitement approprié de ces déchets, limitant tout risque de dispersion et respectant la réglementation, doit ainsi être anticipé.

Pour accompagner le traitement des déchets de plantes exotiques envahissantes, le Centre de ressources sur les EEE (co-piloté par le Comité français de l'IUCN et l'Office français de la biodiversité), en collaboration avec Suez Recyclage et Valorisation, a rédigé ce guide technique.

S'adressant principalement à un public en charge de la réalisation d'interventions de gestion d'EEE (gestionnaires d'espaces naturels, aménageurs, bureaux d'études, établissements publics, collectivités), aux gestionnaires de déchetteries et d'installation de traitement, ainsi qu'aux entreprises du paysages et de travaux publics, ce guide rappelle la réglementation en vigueur et les obligations de valorisation des déchets de plantes exotiques envahissantes. Il présente, sous la forme de fiches pratiques, les modes de traitement possibles en fonction des espèces végétales concernées, leurs avantages, leurs limites, les expérimentations réalisées et les préconisations de biosécurité applicables lors des différentes étapes pour limiter les risques liés à ces espèces. Un tableau récapitulatif en fin d'ouvrage présente les modalités de traitement par espèce ou groupe d'espèces et permet d'accéder facilement aux informations disponibles sur les méthodes de traitement d'une soixantaine d'espèces de flore exotique envahissante de métropole et d'outre-mer.