

TEXTE

41/2018

Meilleures pratiques en maîtrise des déchets des communes

Observatoire des solutions durables pour la maîtrise des déchets des communes, des technologies et des équipements appropriés

TEXTE 41/2018

Sachverständigengutachten

Projektnummer 56401

UBA-FB 002527/CD

Meilleures pratiques en maîtrise des déchets des communes

Observatoire des solutions durables pour la maîtrise des déchets des communes, des technologies et des équipements appropriés

by

Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Bernd Bilitewski
INTECUS Dresden GmbH, Dresden

Dipl. –Ing. Jörg Wagner
INTECUS Dresden GmbH, Dresden

Dipl. –Ing. Jan Reichenbach ppa.
INTECUS Dresden GmbH, Dresden

On behalf of the German Environment Agency

Imprint

Publisher:

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
info@umweltbundesamt.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt

Study performed by:

INTECUS Dresden GmbH – Abfallwirtschaft und umweltintegratives Management
Pohlandstraße 17
01309 Dresden

Study completed in:

June 2017

Edited by:

Section III 2.4 Waste Technology, Waste Technology Transfer
Ralf Menzel

Publication as pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, May 2018

The responsibility for the content of this publication lies with the author(s).

CONTENU

Principes généraux concernant la maîtrise des ressources et des déchets - Mise en pratique.....	4
Réglementation générales au titre du droit européen sur la maîtrise des déchets	7
Directives européennes sur les différents courants de déchets technique	11
Directives européennes à caractère technique	16
Prévention des déchets	18
Types de circonscriptions	25
Possibilités de traitement des déchets compte tenu des conditions locales	30
Option de traitement n° 1	32
Option de traitement n° 2	33
Option de traitement n° 3	34
Option de traitement n° 4	35
Option de traitement n° 5	36
Option de traitement n° 6	37
Option de traitement n° 7	38
Option de traitement n° 8	39
Option de traitement n° 9	40
Option de traitement n° 10	41
Option de traitement n° 11	42
Option de traitement n° 12	43
Option de traitement n° 13	44
Option de traitement n° 14	45
Application des différentes possibilités d'élimination des déchets en fonction des conditions locales	46
Financement du management des déchets et possibilité de couverture des coûts	56
Collecte et ramassage, transbordement et transport des déchets.....	71
Conteneur sur roues	77
Conteneur de décantation	81
Poubelles conteneurs mobiles	84
Conteneur de dépôt	89
Sacs à plastique et papier	93
Sacs à soufflet	96
Benne à chargement arrière	99
Chargeur frontal	103
Benne à chargement latéral	107
Ramassage pneumatique	111
Système d'identification des contenants (de déchets)	115
Semi-remorque à plateau coulissant.....	120
Conteneurs interchangeables	123
Poste de transit des déchets	127
Préparation, traitement et valorisation des déchets municipaux	131
Préparation et tri des vieux papiers	141
Traitement et tri des déchets de verre	150
Préparation et tri des emballages consignés	153
Traitement et tri des déchets encombrants	160
Compostage des déchets biologiques...	165
Fermentation anaérobie	174
Traitement mécano-biologique des déchets	183
Déshydratation des déchets par l'énergie solaire	194
Co-incinération industrielle	198
Incinération sur grille	204
Combustion en lit fluidisé	210
Purification des gaz de fumée	217

Traitement et conditionnement des boues communales	225
Stockage temporaire et décharge des déchets	235
Stockage transitoire des déchets	237
Décharge pour déchets inertes	241
Décharge pour déchets non dangereux	245
Décharge pour déchets dangereux	251
Gestion et recyclage des courants de matériaux spéciaux	257
Déchets de construction et démolition	260
Véhicules hors d'usage	267
Pneumatiques usés	272
Huile usée	277
Piles et batteries usées	281
Appareils électriques et électroniques ..	290
Lampes usagées	299
Déchets médicaux et d'hôpitaux	303
Déchets de peinture et vernis.....	309
Tapis et moquettes.....	311
Boues d'épuration communales.....	314

Introduction

La protection de l'environnement est plus nécessaire que jamais, principalement par suite de la raréfaction des ressources naturelles et des mutations climatiques, par l'obligation qui nous est imposée de donner à la population sans cesse grandissante de la planète un cadre de vie sain et de l'eau potable en quantité suffisante, des terres fertiles et une atmosphère respirable. Tout cela explique que les exigences ne cessent de grandir concernant la maîtrise des déchets, qui doit être efficace et durable. Tous les pays sont concernés, sans considération de leur degré de développement. Cela explique que beaucoup soient désormais confrontés à la nécessité de profonds changements, pour passer progressivement de la mise en décharge à un traitement des déchets digne de ce nom.

L'Allemagne s'est engagée dans cette voie il y a un certain temps déjà et a acquis dans le monde entier une excellente réputation par la mise en œuvre d'une maîtrise des déchets moderne et axée sur l'avenir. Les conditions techniques, organisationnelles et juridiques de la maîtrise des déchets en Allemagne sont allées de pair avec de nouvelles avancées conséquentes des technologies de traitement des déchets si bien qu'avec le temps, les opérateurs responsables et les intervenants dans ce secteur ont été en mesure de relever toujours mieux les défis et les exigences provenant de cette réorientation, concrétisée en particulier par la réglementation de l'Union Européenne, mais aussi de prendre les mesures qui s'imposaient et de mettre au point les solutions appropriées. De cette manière, les opérateurs allemands pour les technologies de l'environnement sont devenus les pionniers de l'innovation, de la fiabilité et de l'efficacité et ont acquis entre-temps une longue expérience des procédures pratiques. Les fabricants et les prestataires de services allemands ont appris à porter un jugement averti sur les technologies, ils en connaissent les limites et, sur cette base, ils sont en mesure de prévoir les modalités d'une maîtrise efficace des déchets.

Sur la toile de fond des défis auxquels l'humanité est confrontée et de la demande très forte dans certains pays pour les prestations de protection de l'environnement, l'Allemagne se propose de transférer les connaissances et les technologies, d'exporter les techniques confirmées et performantes de protection de l'environnement et de traitement des déchets. Le transfert des connaissances et des technologies est constitué en particulier par une information complète sur l'état des techniques de traitement des déchets, sur l'exportation des procédures, des machines, des installations, des conteneurs et des véhicules conçus et réalisés en Allemagne. Le présent recueil d'informations est destiné à présenter un aperçu comprimé mais aussi complet que possible sur les procédures et les techniques de maîtrise des déchets en Allemagne, sur les possibilités d'application, et donner à tous les intéressés allemands et internationaux la possibilité de se faire une idée grâce à la présentation conviviale sur Internet, de mieux identifier le cadre général de l'action et des possibilités techniques dans ce domaine et de connaître les opérateurs pour les différentes technologies.

Principes généraux concernant la maîtrise des ressources et des déchets - Mise en pratique

Introduction

L'existence de l'humanité et les activités économiques sont telles qu'elles sont à l'origine de déchets, dont une partie est particulièrement dangereuse et toxique. Afin de sauvegarder la qualité de la vie et l'équilibre écologique, il est nécessaire de prendre en charge les déchets, de les mettre en valeur pour économiser les ressources et, là où cela n'est pas possible, de les éliminer si possible sans risques. Il importe aussi de prévenir l'émission des déchets. L'un des défis majeurs consiste à associer la protection de l'environnement au maintien des capacités économiques afin d'assurer un développement durable.

A l'échelle de la planète, l'Union Européenne assume un rôle de premier plan dans la protection de l'environnement et le maintien des conditions pour un développement durable et, dans de nombreux domaines, elle fait œuvre de pionnier pour les autres régions. Son action n'est pas orientée sur une politique générale d'interdiction, mais sur une politique de l'environnement reposant sur cette idée de base que les contraintes strictes qui sont imposées au service de l'environnement stimulent l'innovation et les possibilités d'action et que l'économie, l'essor industriel, la politique sociale et la protection de l'environnement sont intimement mêlés les uns aux autres. La définition et l'application des grands principes politiques et les règles de l'action pratique en constituent les piliers et forment les bases pour l'adoption des réglementations. La définition et l'application des grands principes politiques et les règles de l'action pratique, les initiatives en constituent les piliers et forment les bases pour l'adoption des réglementations. Ces grandes options se traduisent par la définition de plans d'action écologique et de stratégies générales, axées en particulier sur les principes de prévoyance et ¹ du pollueur-payeur² qui constituent

¹ En ce qui concerne les risques potentiels, non actuels, la Commission Européenne intervient au titre de son devoir de prévoyance. Elle propose des mesures de protection lorsqu'il existe un danger réel, même s'il n'est pas établi avec une certitude absolue

² Selon le principe du pollueur-payeur, quiconque provoque une pollution par son action est tenu responsable des risques et doit en assurer l'élimination à ses frais. Le cas échéant, le pollueur peut être tenu de réaliser des investissements supérieurs à la moyenne pour respecter des normes plus exi-

les éléments fondamentaux de la politique de l'environnement des Communautés Européennes de la responsabilité générale des producteurs.

La mise en œuvre de ces principes doit garantir que la consommation des ressources renouvelables et non renouvelables ne dépasse pas les capacités de maintien et de régénération de l'environnement en brisant le lien, indissociable jusqu'à nos jours, entre la croissance économique et l'utilisation des ressources, en prônant une utilisation plus efficace des ressources et en réduisant l'émission des déchets. Concernant les déchets, le but proposé est de réduire les déchets devant être éliminés définitivement de 50% d'ici à 2050.

La stratégie définie sur ces bases est axée sur la réduction des pollutions de l'environnement par les déchets dans une perspective globale, c'est-à-dire que les produits sont envisagés pendant tout leur cycle de vie, de la production jusqu'au recyclage et à l'élimination. Dans cette perspective, les déchets ne sont plus considérés uniquement comme l'une des causes de la pollution de l'environnement, devant donc être réduits, mais comme des matières premières pouvant servir. La maîtrise des déchets intègre l'économie des flux de matières et l'économie fondée sur le recyclage dont l'objectif est la gestion parcimonieuse des ressources

En vertu de ces principes, la mise en décharge des déchets ne représente pas une solution définitive pour l'élimination des déchets tandis que l'incinération des déchets non triés doit être considérée comme une technique qui est loin de satisfaire, compte tenu des pertes de matériaux, des émissions et des résidus présentant de fortes concentrations de polluants. Après la prévention des déchets qui constitue le principe prioritaire de l'action dans ce domaine afin de ménager les ressources et de réduire les pollutions, la maîtrise des déchets dans le long terme par la préparation en vue du réemploi vient

geantes. Il est aussi possible d'exiger de lui qu'il reprenne les produits après l'utilisation pour les réutiliser ou les éliminer. Une autre possibilité consiste à soumettre à une fiscalité majorée les techniques industrielles grosses consommatrices de ressources et les entreprises et les consommateurs qui utilisent des produits écologiquement néfastes. Le principe pollueur-payeur découle en ligne directe de la responsabilité du fait du produit et

immédiatement en second lieu. Les produits et les matériaux qui sont devenus des déchets doivent être recyclés après une étape intermédiaire préparatoire. La troisième approche requiert une valorisation des déchets par le recyclage des matériaux présents dans les déchets et leur réinjection dans le cycle de transformation. Le tri et le prélèvement de certains matériaux dans les déchets, sur les lieux de l'émission ou à l'occasion de la collecte et de la prise en charge, sont ici des nécessités absolues. Cette priorité se traduit par la définition d'une hiérarchie des déchets qui, à l'intérieur des Communautés, sert de référence pour les différentes réglementations portant sur l'économie fondée sur le recyclage des déchets. En vertu de cette hiérarchie,

- ▶ la prévention des déchets consiste, en premier lieu, notamment à réduire leurs quantités et leurs nuisances ;
- ▶ puis en second lieu, à les préparer pour leur ré-emploi ;
- ▶ en troisième lieu, à les recycler et
- ▶ en quatrième lieu, à utiliser d'autres types de valorisation, par ex. une conversion énergétique.
- ▶ Les déchets résiduels sont éliminés dans des conditions acceptables et supportables par la collectivité.

Par conséquent, les différentes réglementations communautaires sont axées sur quelques grandes règles, valables pour tous :

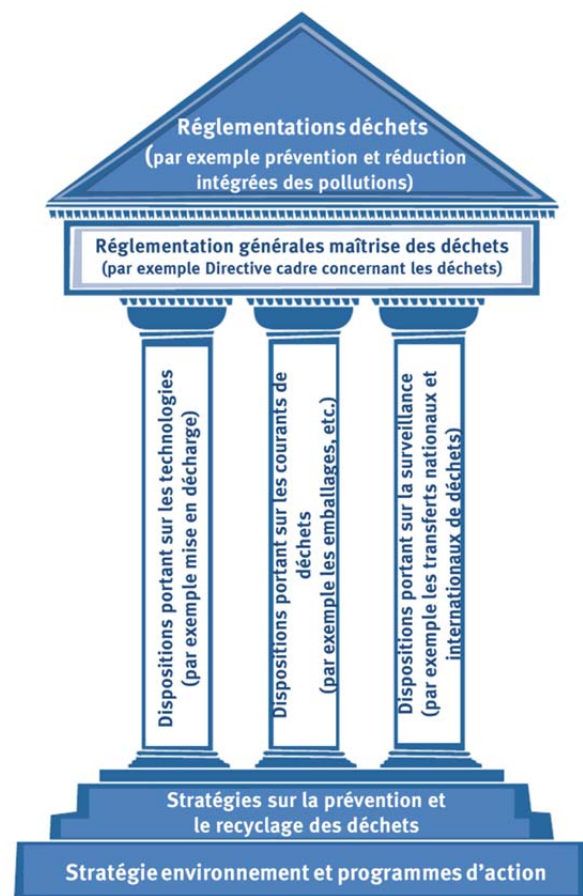
- ▶ la limitation des quantités de déchets et de l'intensité en déchets ;
- ▶ la dissociation entre croissance économique et production de déchets ;
- ▶ la promotion des réutilisations, le recyclage et la mise en valeur.

La hiérarchie des buts ainsi définis doit également tenir compte des retombées écologiques des différentes méthodes de traitement des déchets. La contrainte majeure reste le recyclage et la mise en valeur, c'est-à-dire le passage des niveaux inférieurs vers les niveaux supérieurs, l'abandon du principe de mise en décharge, l'intensification du recyclage et de la mise en valeur. Il s'agit là de ce que l'on entend par la prise en considération de l'impact écologique et du cycle de vie des ressources.

La politique et la réglementation européenne de l'environnement forment une structure étagée, comme le montre la Figure 1 suivante : Ce que l'on pourrait appe-

ler la structure porteuse de cet édifice est constitué par la politique intégrée de l'environnement, par les règles générales pour la gestion des déchets tendant à en limiter la quantité, à organiser le traitement et l'élimination dans les meilleures conditions. Le socle est formé par les stratégies qui définissent les buts et les mesures pour réduire les nuisances en provenance de la production et du traitement des déchets (orientation générale de la réglementation européenne concernant les déchets).

Figure 1: Structure générale des réglementations européennes sur les déchets.



La concrétisation en est réalisée par plusieurs Directives. A ce niveau, une différence doit être faite entre

- ▶ les Directives portant sur les technologies et les installations du traitement des déchets,
- ▶ les Directives portant de manière sélective sur certains types et courants de déchets,
- ▶ et les Directives sur les mécanismes de surveillance et de contrôle.

Les Directives européennes fixent de manière impérative pour tous les Etats membres, donc l'Allemagne elle aussi, un cadre à l'intérieur duquel viendront s'inscrire les réglementations et les mesures à caractère

national. Compte tenu des conditions spécifiques et des particularités nationales, régionales et locales, les différentes collectivités et administrations prennent les dispositions nécessaires pour la réalisation des buts européens. Les principes européens sur la maîtrise des déchets et les lignes directrices de la politique de l'environnement peuvent servir dans d'autres régions à titre d'orientation générale pour encourager et mettre en place les meilleures pratiques.

Les documents appelés BAT et BREF (Best available techniques REFerence documents) regroupent les éléments assistant la mise en œuvre pratique des politiques, les normes et les règles découlant de la réglementation européenne. Ils décrivent les techniques indus-

trielles utilisées pour la maîtrise des déchets, les retombées sur l'environnement et les valeurs de référence pour l'utilisation. Il s'agit de limites qui ne doivent pas être considérées comme impératives mais qui servent de référence pour les techniques et les procédures souhaitables.

- ▶ BREF – Traitement des déchets ([de](#) / [en](#))
- ▶ BREF – Incinération des déchets ([de](#) / [en](#))
- ▶ BREF Terrils et résidus minéraux des industries minières ([de](#) / [en](#))
- ▶ BREF – Abattoirs et produits animaux dérivés ([de](#) / [en](#))

Tableau 1: Aperçu de la réglementation européenne concernant les déchets

Cadre horizontal au titre du droit européen sur la maîtrise des déchets (réglementation générale)		
Directive relative aux déchets (2008/98/CE)		
Initiative phare « Une Europe efficace dans l'utilisation des ressources » COM (2011)0021 final		
7. Programme d'action communautaire pour l'environnement 1386/2013 UE		
Courants de déchets	Surveillance et contrôle	Installations de traitement et d'élimination
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Emballages et déchets d'emballages (94/62/CE) ▶ Véhicules hors d'usage (2000/53/CE) ▶ Déchets d'appareils électriques et électroniques hors d'usage (2012/19/UE) ▶ Piles et accumulateurs, déchets de piles et d'accumulateurs (2006/66/CE) ▶ Elimination des polychlorobiphényles et des polychloroterphényles (PCB et PCT) 96/59/CE) ▶ Utilisation des boues d'épuration en agriculture (86/278/EEC) ▶ Déchets de l'industrie extractive (2006/21/CE) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Transfert des déchets dans les pays de la Communauté Européenne et en provenance de la Communauté Européenne (CE) N° 1013/2006 ▶ Surveillance et contrôle des transferts de déchets radioactifs (2006/117/Euratom) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Mise en décharge des déchets (99/31/CE) ▶ Installations de réception portuaire pour les déchets d'exploitation des navires et les résidus de cargaison (2000/59/CE) ▶ Directive sur les émissions industrielles (2010/75/UE)

Réglementation générales au titre du droit européen sur la maîtrise des déchets

- ▶ Directive-cadre sur les déchets
- ▶ Règlement concernant les transferts de déchets
- ▶ Initiative phare pour une Europe économe en ressources
- ▶ 7. Programme d'action communautaire pour l'environnement

Directive-cadre sur les déchets

Directive-cadre sur les déchets (2008/98/CE)	
Référence	OJ L 312/3, 22.11.2008 http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:312:0003:0030:de:PDF
Motifs et buts principaux	Fixe le cadre général pour la coordination des actions portant sur la maîtrise des déchets dans les Etats membres, avec pour but une organisation optimale pour la limitation de l'émission, pour le traitement et l'élimination des déchets.
Définitions	Les déchets sont toute substance ou tout objet défini à l'article 3 de la directive sur les déchets que le détenteur met au rebut, se propose ou est tenu de mettre au rebut. Le détenteur de déchets est ici le producteur de déchets ou la personne physique ou morale qui les détient. La directive-cadre sur les déchets définit en plus la collecte, le traitement et d'autres opérations de gestion des déchets visant à établir un consensus commun de communication en matière de recyclage à l'échelle de l'Union.
Grandes lignes de la réglementation	<ul style="list-style-type: none">▶ Obligation pour toutes les personnes en possession de déchets d'en assurer la maîtrise▶ Un système cohérent sera mis en place pour la maîtrise et la mise en valeur des déchets, prévenant les décharges clandestines et donnant à tous les détenteurs de déchets la possibilité de les valoriser et les éliminer correctement.▶ Fixation d'une hiérarchie des déchets à cinq niveaux :<ol style="list-style-type: none">1) la prévention,2) la préparation pour une réutilisation,3) le recyclage,4) autre mise en valeur, notamment la valorisation énergétique et le remblayage,5) l'élimination.▶ Dans le cadre de la hiérarchie des déchets, les États membres prendront les mesures nécessaires afin de mettre en place un réseau intégré et approprié d'installations visant l'élimination des déchets et la valorisation des déchets municipaux mixtes (principe de l'autarcie de l'élimination).▶ La priorité sera donnée à la mise en valeur des déchets et à l'utilisation des matériaux servant de matières premières, afin de promouvoir la sauvegarde des ressources naturelles.▶ Les Etats membres établiront des plans de maîtrise des déchets et des programmes de prévention des déchets.▶ Les entreprises ayant pour vocation d'éliminer et de mettre en valeur les déchets seront soumises à autorisation et contrôle public.▶ Les coûts qui ne sont pas couverts par la mise en valeur des déchets seront recouverts selon le principe de la responsabilité objective.

Règlement concernant les transferts de déchets

Règlement (CE) n° 1013/2006 concernant les transferts de déchets (règlement sur le transport des déchets)	
Référence	OJ L 190/1, 12.7.2006 Internet : http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32006R1013:EN:NOT
Motifs et buts principaux	Le Règlement se propose avant tout d'assurer la protection de l'environnement. Cet objectif sera réalisé principalement par la création d'un système uniforme relatif à la surveillance et au contrôle de toutes les procédures en liaison avec le transfert des déchets.
Grandes lignes de la réglementation	<ul style="list-style-type: none">▶ Les mouvements de déchets seront réduits à ce qui est strictement nécessaire.▶ Les transferts de déchets destinés à l'élimination s'effectueront selon les principes de proximité, de façon à en réduire les mouvements, de priorité à la mise en valeur et d'autarcie de l'élimination.▶ Un réseau intégré et approprié d'installations sera mis en place pour l'élimination des déchets.▶ La mise en valeur de certains déchets sera réalisée uniquement dans les installations d'élimination disposant des meilleures conditions techniques au vu de l'autorisation qui leur a été donnée.▶ Les déchets transférés clandestinement ou selon des modalités incompatibles avec le Règlement, seront retournés au pays expéditeur, mis en valeur ou éliminés sans transfert.▶ Le Règlement définit les possibilités et les limites du transfert de certains déchets dans les pays extérieurs à la Communauté et interdit le transfert de certaines catégories.▶ Le Règlement fait obligation de répertorier les déchets par listes (verte, jaune, rouge), assorties chacune de possibilités, de limitations et de procédures spécifiques pour le transfert.▶ Le Règlement fixe les modalités pour les procédures uniformes et obligatoires relatives au transfert des déchets.▶ La surveillance et le contrôle sur le transfert des déchets auront pour but de protéger l'environnement et la santé et de mettre en application le Règlement dans des conditions identiques pour chaque pays membre.

Initiative phare pour une Europe efficace dans l'utilisation des ressources

Initiative phare pour une Europe efficace dans l'utilisation des ressources COM (2011) 0021 final	
Référence	COM (2011) 0021 final Internet : http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=celex:52011DC0021
Motifs et buts principaux	Compte tenu de la raréfaction grandissante des ressources, l'Union européenne renforce les bases politiques des stratégies de protection des ressources. L'initiative phare « Une Europe efficace dans l'utilisation des ressources » exige l'adoption de mesures par les Etats membres afin de faciliter la transition vers une économie efficace dans l'utilisation des ressources et à faible émission de carbone, de manière à pouvoir <ul style="list-style-type: none">▶ renforcer la performance économique, tout en réduisant les ressources engagées (dissociation),

Initiative phare pour une Europe efficace dans l'utilisation des ressources COM (2011) 0021 final	
	<ul style="list-style-type: none"> ▶ d'identifier et de créer de nouvelles possibilités de croissance et d'innovation, ainsi que d'améliorer la compétitivité de l'UE, ▶ d'assurer un approvisionnement en ressources essentielles et ▶ de lutter contre le changement climatique et de réduire l'impact de l'utilisation des ressources sur l'environnement.
Grandes lignes de la réglementation	<p>Un objectif important de l'initiative phare consiste à intégrer l'efficacité de l'utilisation des ressources de manière équilibrée et à long terme dans toutes les mesures concernées. Les feuilles de route qui constituent une composante essentielle de la préservation des ressources sont prévues, entre autres, pour les activités ci-après :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Aperçu décrivant les actions de l'Union européenne pour réaliser la transition vers une économie à faibles émissions jusqu'en 2050 et qui, dans le cadre des efforts internationaux pour enrayer le changement climatique, cherchera à réduire les émissions de carbone de 80 à 95%, tout en améliorant la sécurité énergétique et en promouvant une croissance durable et l'emploi. ▶ Etude montrant comment l'UE pourra créer jusqu'en 2050 les conditions d'un passage à un système énergétique à faibles émissions de carbone, efficace dans l'utilisation des ressources, fiable et compétitif. Cette étude est censée permettre aux investisseurs, aux scientifiques, aux décideurs politiques et aux autorités de régulation une sécurité en termes de planification. ▶ Présenter une vision d'avenir qui met en place un système de transport à faibles émissions de carbone, efficace dans l'utilisation des ressources, fiable et compétitif à l'horizon de 2050, qui prévoit d'éliminer tous les obstacles entravant le marché intérieur des transports, qui promeut les technologies écologiques et modernise les réseaux de transport. ▶ Fixer des objectifs à moyen terme et à long terme et mesures spécifiques destinées à découpler la croissance économique de l'utilisation des ressources et de leur impact sur l'environnement. ▶ Les feuilles de route visant à transposer les actions suivantes figurent à l'annexe de l'initiative phare. Certaines feuilles de route et stratégies méritent d'être mentionnées dans le contexte de cette initiative : ▶ La promotion de l'utilisation des énergies renouvelables et l'efficacité énergétique (Plan pour l'efficacité énergétique 2020). ▶ Mesures applicables aux marchés des produits de base et des matières premières (Communication sur les enjeux des marchés des produits de base et des matières premières). ▶ La transition vers une économie à faibles émissions de CO2 (Feuille de route pour une économie à faibles émissions de CO2 d'ici à 2050). ▶ La dissociation entre croissance économique et utilisation des ressources (Feuille de route pour une Europe efficace dans l'utilisation des ressources).

7. Programme d'action pour l'environnement

7. Programme d'action pour l'environnement . Décision n° 1386/2013//UE du Parlement européen et du Conseil du 20 novembre 2013 relative à un programme d'action général de l'Union européenne pour l'environnement à l'horizon 2020 "Bien vivre, dans les limites de notre planète".	
Référence	L 354/171 Internet : http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:32013D1386
Motifs et buts principaux	Des programmes d'action successifs pour l'environnement constituent depuis 1973 le cadre des activités de l'Union européenne dans le domaine de l'environnement. Le 7e programme d'action pour l'environnement (en cours jusqu'à 2020) s'articule autour de neuf objectifs prioritaires et des activités de l'UE en principe requises pour la concrétisation de ces objectifs jusqu'en 2020. Le programme d'action pour l'environnement énonce en conséquence la nécessité de redoubler d'efforts pour protéger les ressources naturelles et d'inciter à mettre en œuvre une croissance et des innovations dégageant le moins possible de CO ₂ et prônant une utilisation aussi rationnelle que possible des ressources ; il énonce également la nécessité de contribuer à la santé et au bien-être des êtres humains et celle de ne pas perdre de vue les limites naturelles de notre planète.
Grandes lignes de la réglementation	Le programme servira de base stratégique à de futures mesures des institutions européennes et des Etats membres qui ont la responsabilité partagée d'assumer sa mise en œuvre et la concrétisation des priorités fixées. Priorités du 7e programme d'action pour l'environnement : <ul style="list-style-type: none"> ▶ Protéger, préserver et améliorer le capital naturel de l'UE. ▶ Passer à un mode d'économie compétitif, à faibles émissions de CO₂ et fondé sur l'efficacité des ressources et le respect de l'environnement. ▶ Protéger les citoyens de l'UE contre les risques liés à l'environnement, les risques pour la santé et pour la qualité de vie. ▶ Optimiser les avantages découlant de la législation environnementale de l'UE grâce à une mise en œuvre améliorée. ▶ Améliorer la base de connaissances et de données scientifiques pour la politique communautaire de l'environnement. ▶ Assurer les investissements destinés à l'environnement. Et mettre en place différents instruments de la politique climatique intégrant les coûts environnementaux, tout en tenant compte d'éventuels effets sociaux néfastes. ▶ Mieux intégrer l'environnement dans les autres politiques et mettre en cohérence les politiques. ▶ Promouvoir la durabilité des villes au sein de l'Union européenne. ▶ Améliorer la capacité communautaire d'aborder efficacement les questions environnementales et climatiques.

Directives européennes sur les différents courants de déchets technique

- ▶ Directive sur les emballages et sur les déchets d'emballage
- ▶ Directive relative aux déchets d'équipements électriques et électroniques
- ▶ Directive relatives aux véhicules hors d'usage
- ▶ Directive relative aux piles et accumulateurs ainsi qu'aux déchets de piles et d'accumulateurs
- ▶ Directive concernant l'utilisation agricole des boues de décantation et autres directives

Directive sur les emballages et sur les déchets d'emballage

Directive 94/62/CE relative aux emballages et aux déchets d'emballage, complétée par les Directives 2004/12/CE, 2005/20/CE et 2013/2/UE	
Référence	OJ L 365, 31.12.1994 ; OJ L 284, 31.10.2003 ; OJ L 47, 18.2.2004 ; OJ L 70, 16.3.2005 OJ L 87, 31.3.2009 ; OJ L 37/10, 08.02.2013 ; OJ L 115, 6.5.2015 http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:31994L0062
Motifs et buts principaux	La Directive a pour but d'harmoniser les mesures prises par les Etats membres relatives à la maîtrise des emballages et des déchets d'emballages afin d'empêcher et de réduire l'impact des déchets sur l'environnement, de garantir le fonctionnement régulier du marché intérieur et de prévenir les obstacles aux échanges commerciaux, les distorsions et les limitations de la concurrence à l'intérieur de la Communauté.
Définitions	La Directive porte sur tous les types d'emballages et de déchets d'emballages sur le territoire de la Communauté, sans considération du lieu de l'émission. La Directive 2004/12/CE donne une définition précise des emballages.
Grandes lignes de la réglementation	<ul style="list-style-type: none"> ▶ La prévention représente l'objectif majeur en ce qui concerne les emballages et les déchets d'emballages ; par conséquent des mesures appropriées seront arrêtées pour prévenir les déchets d'emballages. ▶ Les Etats membres mettront en place des systèmes de reprise pour les emballages ayant servi et les déchets d'emballages, et créeront une infrastructure complète pour la reprise, la collecte et les systèmes de traitement. ▶ La mise en valeur sera encouragée par la fixation de buts quantitatifs portant sur la collecte, sur la mise en valeur et sur les différents courants de matériaux. Depuis le 31 décembre 2008, les objectifs minima ci-après concernant le recyclage des matériaux présents dans les déchets d'emballage doivent être observés : <ul style="list-style-type: none"> - 60 %-poids pour le verre, - 60 %-poids pour le papier et le carton, - 50 %-poids pour les métaux, - 22,5 %-poids pour les plastiques, compte tenu exclusivement des matériaux qui sont recyclés sous forme de plastique, - 15 %-poids pour le bois. ▶ La consommation de sacs légers en plastique devra être ramené à maximum 90 sacs / habitant jusqu'au 31 décembre 2019, et à 40 sacs jusqu'au 31 décembre 2025. Les sacs légers en plastique ne devront plus être fournis gratuitement dans les magasins à partir de 2019, sauf si la réduction de la consommation est assurée d'une autre manière. ▶ L'application de la Directive sera assistée par la création d'une base de données har-

	<p>monisée et d'autres mécanismes d'assistance.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Des normes seront adoptées sur la composition des emballages, sur les possibilités de réutilisation et sur l'exploitation des matériaux impliquant la limitation des métaux toxiques et autres substances ayant un impact sur l'environnement.
--	--

Directive relative aux équipements électriques et électroniques

Directive 2012/19/UE relative aux déchets d'équipements électriques et électroniques	
Référence	OJ L 197, 24.07.2012 http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32012L0019&qid=1438929351669
Motifs et buts principaux	L'objectif principal consiste à prévenir et à réduire les déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE), de prendre et d'encourager les mesures ayant pour but la réutilisation, la mise en valeur et d'autres formes d'utilisation des équipements électriques et électroniques usés et donc la réduction des déchets de ces équipements. Par cette Directive, la Communauté se propose également de faire valoir auprès de tous les opérateurs impliqués dans la fabrication et l'utilisation des équipements électriques et électroniques qu'ils doivent réduire les impacts sur l'environnement pendant toute la durée de vie des produits.
Définitions	Déchets provenant des équipements électriques et électroniques usés, appareils électriques et électroniques en provenance des ménages et des industries dont les équipements fonctionnent grâce à des courants électriques ou à des champs électromagnétiques. La Directive exclut de son champ d'application certains produits électriques et électroniques à des fins militaires ou de recherche.
Grandes lignes Grandes lignes de la réglementation	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Des mesures appropriées seront prises pour encourager la conception et la fabrication d'équipements électriques et électroniques prenant en considération toutes les possibilités de réparation, d'adjonction de matériels rapportés, de réutilisation, de démontage et de recyclage. ▶ La Directive encourage la collecte séparée des équipements électriques et électroniques usés, la création de systèmes appropriés pour la reprise des équipements électriques et électroniques usés, provenant des ménages gratuitement. ▶ La Directive exige que les magasins d'une certaine surface de vente destinée aux équipements électriques reprennent gratuitement les petits appareils électriques. ▶ La Directive renforce le principe de responsabilité des producteurs pour les produits ; les fabricants financeront la collecte, le traitement, la prise en charge, la mise en valeur et l'élimination des déchets d'équipements électroniques et électroniques. ▶ Des efforts appropriés seront déployés pour parvenir à des taux élevés de ramassage des équipements électriques et électroniques usés en provenance des ménages, afin de renforcer l'efficacité des systèmes de collecte (jusqu'en 2019 45% des appareils mis en circulation, à partir de 2019 le taux de collecte représentera 65 % ou 85% des déchets d'appareils électriques et électroniques). ▶ La directive requiert le recyclage des appareils usés collectés, selon la catégorie d'appareils au moins 75% à 85% à partir de 2016. ▶ La directive requiert le recyclage des appareils usés collectés, selon la catégorie d'appareils au moins 55% à 80% à partir de 2016. ▶ La Directive fait obligation de mettre en place des systèmes de suivi appropriés pour les équipements électriques et électroniques utilisant les techniques les plus avancées pour la prise en charge, la mise en valeur et le recyclage et de prélever un minimum dé-

	<p>fini de substances précises .</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ La Directive fixe des exigences minimales permettant de distinguer des appareils d'occasion des appareils électriques usagés lors de leur transfert. ▶ Des infrastructures de contrôle et de surveillance seront mises en place pour assurer l'application de la Directive dans les meilleures conditions. ▶ Les fabricants seront tenus d'informer sur les possibilités de mise en valeur des déchets pour les produits qu'ils ont mis en circulation. ▶ Une statistique sera créée sur les quantités de produits mis en circulation, sur les équipements usés pris en charge et sur la nature de la mise en valeur.
--	---

Directive relative aux véhicules hors d'usage

Directive 2000/53/CE relative aux véhicules hors d'usage	
Référence	OJ L 269, 21.10.2000; modifiée en dernier lieu par OJ L 128, 19.05.2016 concernant la directive de la Commission 2016/774/UE http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ%3AOL_2016_128_R_0002
Motifs et buts principaux	La Directive a pour but d'harmoniser les mesures prises séparément jusque-là par les Etats membres relatives aux véhicules hors d'usage, afin de prévenir et de réduire les impacts de ces déchets sur l'environnement, d'économiser l'énergie, de garantir le fonctionnement régulier du marché intérieur et de prévenir les obstacles aux échanges commerciaux, les distorsions et les limitations de la concurrence à l'intérieur de la Communauté.
Définitions	Les véhicules hors d'usage sont des véhicules des classes M1 (voiture particulière) et N1 (véhicules utilitaires légers de jusqu'à 3,5 t) ; les déchets au sens de <u>directive-cadre sur les déchets 2008/98/CE</u> sont les suivants :
Grandes lignes de la réglementation	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Création des structures générales pour assurer que la conception et la construction des véhicules tiennent compte du recyclage et de la mise en valeur des déchets, qu'un système de points de reprise et de mise en valeur sera créé et que les objectifs en matière de réutilisation, de recyclage et d'exploitation des matériaux seront réalisés dans toute la Communauté. ▶ Adoption de mesures garantissant l'intégration des opérateurs économiques pour la reprise, le traitement et la mise en valeur des véhicules hors d'usage. ▶ La possibilité sera donnée au dernier propriétaire du véhicule désormais hors d'usage de s'en débarrasser, sans frais, auprès d'un service homologué de mise en valeur. ▶ Introduction d'une attestation de mise en valeur. ▶ Les organismes de reprise et d'utilisation des matériaux (ferrailleurs et casseurs) doivent être enregistrés et en possession d'une homologation. ▶ Obligation de séparer certaines pièces de véhicule et les composants dangereux lors du traitement des véhicules hors d'usage. ▶ Critères de réutilisation et recyclage (85 % depuis 2015) et de réutilisation et de valorisation (95 % depuis 2015) des véhicules hors d'usage. ▶ Certaines substances sont interdites en construction automobile ou leur utilisation sera soumise à de fortes restrictions ; il s'agit de métaux lourds, du mercure, du cadmium, du plomb, du chrome V. ▶ Les fabricants doivent mettre les informations de démontage à disposition. ▶ Les constructeurs de poids lourds devront prouver conformément à la directive 2005/64/CE que les véhicules de construction récente comportent une proportion minimale de pièces et de matériaux réutilisables, recyclables et pouvant être mis en valeur.

Directive relative aux piles et accumulateurs

Directive 2006/66/CE relative aux piles et accumulateurs ainsi qu'aux déchets de piles et d'accumulateurs	
Référence	OJ L 266, 26.9.2006; OJ L 76, 11.03.2008; OJ L 327, 5.12.2008 ; OJ L 329, 10.12.2013 http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32006L0066:EN:NOT
Motifs et buts principaux	L'objectif principal de la Directive consiste à ramener au niveau le plus bas possible les nuisances pour l'environnement provoquées par les piles et les accumulateurs et les déchets de piles et d'accumulateurs, afin de protéger et de sauvegarder l'environnement. Elle se propose également d'harmoniser entre les Etats membres les exigences concernant les métaux lourds et les identificateurs de piles et d'accumulateurs, afin de garantir le fonctionnement régulier du marché intérieur et de prévenir les distorsions et les limitations de la concurrence à l'intérieur de la Communauté.
Définitions	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Définition des différents types de piles et d'accumulateurs. ▶ La Directive précise qu'elle est valable pour toutes les piles et tous les accumulateurs mis en circulation à l'intérieur de la Communauté
Grandes lignes de la réglementation	<ul style="list-style-type: none"> > La Directive édicte une interdiction de mise en circulation de toutes les piles et de tous les accumulateurs contenant plus de 0,0005 %-poids de mercure, qu'ils soient intégrés ou pas dans les appareils, et la mise en circulation des piles et des accumulateurs contenant plus de 0,002 %-poids de cadmium, y compris de ceux qui sont incorporés. > La Directive fait obligation à tous les intervenants impliqués dans tout le cycle de vie des piles et des accumulateurs, c'est-à-dire les fabricants, les distributeurs et les utilisateurs, et tout spécialement les opérateurs intervenant directement pour le retraitement et le recyclage des déchets de piles et d'accumulateurs de veiller à une meilleure protection de l'environnement. ▶ La Directive interdit l'élimination des accumulateurs industriels et des accumulateurs provenant des véhicules par mise en décharge ou calcination. ▶ La Directive exige la mise en place de services de récupération qui collecteront la majeure partie des piles et accumulateurs usés (taux de collecte de 45 % des piles et des accumulateurs mis en circulation depuis le 26 septembre 2012). ▶ A cette fin seront créés des services de reprise qui prendront en charge les piles et les accumulateurs usés, sans frais pour les utilisateurs. ▶ La Directive fixe des objectifs minima de recyclage : <ul style="list-style-type: none"> a) Recyclage de 65 % du poids moyen des piles et des accumulateurs au plomb-acide ; b) Recyclage de 75 % du poids moyen des piles et des accumulateurs au nickel-cadmium ; c) Recyclage de 50 % du poids moyen d'autres déchets de piles et d'accumulateurs. ▶ Les opérateurs du retraitement et du recyclage utiliseront les meilleures techniques disponibles actuellement. Pour les piles et les accumulateurs, le terme « recyclage » s'entend à l'exclusion de la mise en valeur énergétique. ▶ Des règles détaillées seront adoptées pour la définition d'identificateurs. ▶ La Directive précise les modalités de la responsabilité des fabricants ; tous les fabricants tels qu'ils sont définis par la Directive seront enregistrés et supporteront les frais de la collecte, du retraitement et du recyclage de toutes les piles et de tous les accumulateurs qui seront collectés.

Autres directives

Directive 86/278/CEE relative à la protection de l'environnement et en notamment des sols lors de l'utilisation des boues de décantation en agriculture	
Référence	OJ L 181, 04.07.1986 http://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX:31986L0278
Motifs et buts principaux	La Directive précise quelles sont les modalités d'utilisation des boues d'épuration dans l'agriculture, de manière à prévenir les effets nocifs pour les sols, la végétation, la faune et les hommes, en particulier en fixant des limites de concentration de certaines substances dans les boues, en interdisant l'utilisation des boues dans certains cas, et en définissant les types de traitement des boues. <i>Note :</i> De nouvelles connaissances et de nouveaux progrès techniques qui n'ont pas encore été évoqués dans la directive au moment de sa genèse ont fait l'objet de réflexions et de démarches pour modifier prochainement le contenu de la directive ou de l'intégrer dans d'autres réglementations. Ces approches se sont donc traduites au niveau national par une extension et une modification partielles des différentes définitions et des objectifs comprenant aussi, comme dans le cas de l'Allemagne, une réduction à long terme de la valorisation des boues de décantation à des fins agricoles ou des restrictions nettement plus élevées au regard des exigences des directives.
Définitions	La Directive définit les boues comme suit : ► Boues provenant de stations d'épuration traitant les eaux usées urbaines et des ménages ou provenant d'autres stations d'épuration traitant des eaux usées de composition appropriée, boues en provenance de fosses septiques ou d'autres dispositifs similaires traitant les eaux usées et celles d'autres stations d'épuration non mentionnées.

Directive 96/59/CE concernant l'élimination des polychlorobiphényles et des polychloroterphényles (PCB et PCT)	
Référence	OJ L 243, 24.09.1996 http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31996L0059:EN:NOT
Motifs et buts principaux	Cette Directive énonce les règles selon lesquelles s'effectuera l'harmonisation des réglementations des Etats membres sur l'élimination contrôlée des PCB, la décontamination et l'élimination des appareils contaminés par les PCB et l'élimination des déchets de PCB pour en assurer la disparition intégrale.

2006/21/CE concernant la gestion des déchets de l'industrie extractive et modifiant la directive 2004/35/CE	
Référence	L 102/15, 15.03.2006 http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:32006L0021
Motifs et buts principaux	La Directive relatives aux déchets miniers vise à mettre en place des mesures, des procédés et des lignes directrices en vue de réduire ou d'éviter autant que possible les impacts négatifs causés par l'activité minière sur l'eau, l'air, le sol, la faune et la flore.
Définitions	La Directive s'applique à presque tous les déchets résultant de la prospection, de l'extraction, du traitement et du stockage des matières premières minérales et de l'exploitation de carrières.

Directives européennes à caractère technique

- ▶ [Directive sur les émissions industrielles](#)
- ▶ [Directive concernant la mise en décharge des déchets](#)

Directive sur les émissions industrielles

Directive sur les émissions industrielles (2010/75/UE)	
Référence	OJ L 334/17, 17.12.2010 http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:32010L0075
Motifs et buts principaux	Le but principal consiste à prévenir et à réduire la pollution de l'environnement due aux activités industrielles, afin de pouvoir l'éliminer intégralement à long terme. La Directive prévoit également des règles de prévention des déchets.
Définitions	Elle définit les installations d'incinération et de coïncinération des déchets. Certaines installations seront exclues du champ d'application de la Directive, notamment les installations expérimentales de recherche, de développement et d'essais.
Grandes lignes de la réglementation	<ul style="list-style-type: none"> ▶ La Directive établit les règles relatives à la construction et à l'exploitation des installations de traitement de déchets en vue de leur valorisation et de leur élimination, entre autres, des décharges, des installations d'incinération et de coïncinération (les autres secteurs industriels concernés sont l'énergie, l'industrie métallurgique etc.). ▶ La Directive définit une procédure d'autorisation, notamment pour les installations de traitement des déchets. ▶ Les installations soumises à autorisation doivent prendre des mesures de prévention appropriées contre les pollutions, utiliser les meilleures techniques disponibles, réduire les déchets conformément à la Directive 2008/98/CE et exploiter efficacement l'énergie. ▶ Les installations soumises à autorisation doivent respecter les valeurs limites d'émission pour les substances polluantes, les prescriptions garantissant la protection du sol et des eaux souterraines, et des mesures concernant la surveillance et la gestion des déchets générés par l'installation.

Directive concernant la mise en décharge des déchets

Directive 1999/31/CE concernant la mise en décharge des déchets	
Référence	OJ L 182, 16.7.1999; Corrigendum : OJ L 282, 05.11.1999 http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31999L0031:EN:NOT
Motifs et buts principaux	La Communauté a défini des exigences techniques strictes concernant les décharges de déchets et les déchets mis en décharge pour prévenir et réduire autant que possible les conséquences négatives de la mise en décharge pour l'environnement.
Définitions	La Directive définit les types de décharges, les émissions provenant des décharges et diverses catégories de déchets (déchets municipaux, déchets dangereux et inoffensifs, déchets inertes).
Grandes lignes de	<ul style="list-style-type: none"> ▶ La Directive énonce diverses règles techniques sur le contrôle et la gestion régulière des décharges de déchets.

Directive 1999/31/CE concernant la mise en décharge des déchets	
la réglementation	<ul style="list-style-type: none">▶ Les moyens appropriés seront mis en œuvre pour encourager le traitement et la mise en valeur des déchets, pour réduire les propriétés toxiques des déchets mis en décharge, en particulier des mesures de traitement préliminaire des déchets.▶ La Directive définit les procédures de référence pour l'affectation et la réception des déchets dans les diverses décharges spécialisées.▶ Il est interdit de mélanger les différents déchets et tout spécialement les déchets des agglomérations avec les déchets dangereux et inertes.▶ La mise en décharge est absolument interdite pour certains types de déchets.▶ Un calendrier sera adopté pour la réduction progressive de la part des déchets organiques et biologiquement actifs dans les matériaux mis en décharge.▶ La mise en décharge sera enregistrée et devra garantir la traçabilité.▶ La Directive définit les exigences concernant le contrôle et la mesure des pollutions induites par les décharges.▶ La Directive ordonne la fermeture ou la mise à niveau des décharges non conformes au terme d'un certain délai

Prévention des déchets

Introduction au thème

Sur le plan de la production, les économies orientées vers la croissance sont grandes consommatrices de ressources et dépassent très souvent les charges naturelles. Parallèlement la société émet, après la phase d'utilisation des produits qui est marquée en partie par un fort raccourcissement, des déchets en grandes quantités. Pour répondre donc à un développement durable devenu nécessaire, l'objectif environnemental majeur consiste à découpler la production de déchets de la croissance économique dont tient compte la hiérarchie des déchets en Europe ; cette approche définit la prévention des déchets comme l'objectif premier visé dans une économie du recyclage.

Conformément à la directive-cadre sur les déchets, on entend par « prévention des déchets » les mesures prises avant qu'une substance, une matière ou un produit ne devienne un déchet et réduisant

- ▶ la quantité de déchets, y compris par l'intermédiaire du réemploi ou de la prolongation de la durée de vie des produits;
- ▶ la teneur en substances nocives des matières et produits ou/et
- ▶ les effets nocifs des déchets produits sur l'environnement et la santé humaine.³

L'intégration de la prévention des déchets dans les chaînes de création de valeur d'une économie requiert des initiatives de la part de l'Etat et du marché.

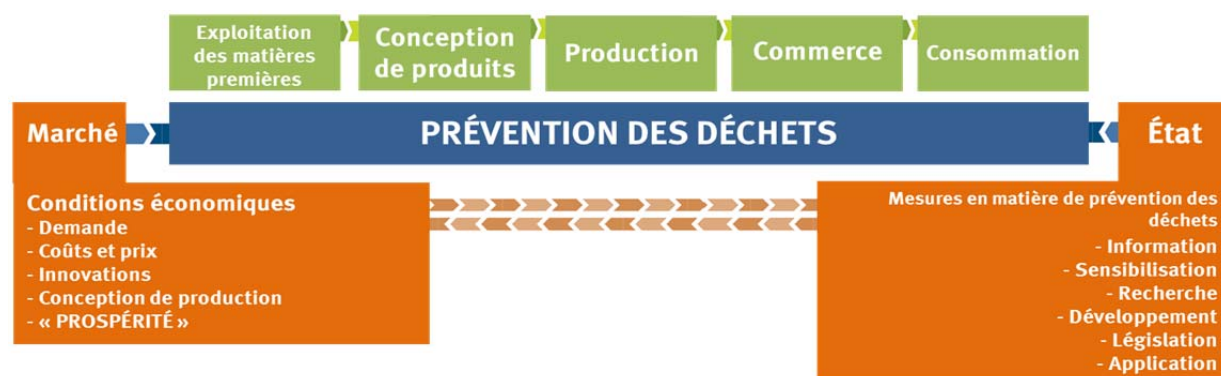
Les deux institutions peuvent créer dans le cadre de leur domaine de compétence des conditions et prendre des mesures dont les effets sont généralement interactifs (Figure 1Figure 2). Des mesures de prévention obligatoires pour l'économie et le marché ont été prises dans le cadre des réglementations sur les produits (voir la fiche technique Directives européennes relatives aux flux de déchets), mais leurs modalités dépendent toujours de l'exigibilité économique et de l'exécution technique, si bien que les mesures et les engagements volontaires (instruments souples) offrent tout un éventail d'actions possibles. Par ailleurs, l'action responsable et réductrice de déchets de chacun, ainsi que les institutions sociales (par exemple les administrations, les écoles) sont d'une importance capitale. Les pratiques promouvant l'acquisition (« Green Procurement » (engagement écologique)) et la consommation responsables sur le plan environnemental (par exemple louer au lieu de posséder, réparer, acheter des quantités effectivement consommables) contribuent notablement à la prévention des déchets. Des mesures de nature volontaire sont présentées et leur mise en œuvre recommandées dans le cadre du programme de prévention des déchets allemand. Celles-ci peuvent être catégorisées de la manière suivante et concrétisées dans les tableaux ci-après :⁴

- ▶ Mesures pouvant influencer les conditions d'encadrement de la production de déchets.
- ▶ Mesures pouvant influencer la phase de conception, de production et de distribution
- ▶ Mesures pouvant influencer la phase de consommation et d'utilisation.

³ Article 3 (12) de la directive 2008/98/CE du Parlement européen du Conseil du 19 novembre 2008 relative aux déchets et abrogeant certaines directives

⁴ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit : (Ministère fédéral allemand de l'environnement, de la protection de la nature et de la sécurité nucléaire) : Abfallvermeidungsprogramm des Bundes unter Beteiligung der Länder, BMU (Hrsg.), Referat WA II 1, Bonn, Juli 2013 (programme de prévention des déchets de l'Etat Fédéral impliquant une participation, BMU (éditeur), exposé WA II 1, Bonn, juillet 2013)

Figure 2: Définition des objectifs en matière de prévention des déchets d'après le programme en vigueur en Allemagne⁴



Mesures pouvant influencer les conditions d'encadrement de la production de déchets

Mesures de prévention des déchets	Initiateur	Destinataire de la mesure	Exemple
N° 1 : Utilisation de mesures de planification ou d'autres instruments économiques favorisant une utilisation efficace des ressources.			
Développement de concepts et de plans de prévention des déchets par les communes.	Communes	Habitants des communes, services communaux, entreprises	Mise à disposition d'informations en ligne par exemple et service de conseils par téléphone pour privilégier l'achat qui réduit la production de déchets, indications d'ateliers de réparation, des magasins de produits d'occasion etc. dans la région. Exemple : Concept de gestion des déchets Landkreis Saxe Centrale 2014 - 2020 De même intégration dans les plans et les concepts de prévention des déchets des Länder.
Coopérations d'acteurs.	Etat fédéral, Länder.	Représentants de la chaîne de création de valeur d'un certain secteur d'activités.	La banque alimentaire « Tafeln e.V » et le grossiste « Metro » coopèrent dans le domaine de la prévention des déchets alimentaires. Le groupe Metro se charge notamment de la commercialisation du livre de cuisine « Das gute Essen » (« Un bon repas ») sur le thème de la durabilité, dont les recettes sont ensuite versées à la banque alimentaire.
Réduction des subventions.	Etat fédéral, Länder.	Producteurs, consommateurs, commerce.	-
N° 2 : Promotion de la recherche et du développement en vue de la réalisation de produits et de technologies plus propres et plus économes en ressources, et diffusion et utilisation des résultats de ces travaux.			
Recherche pour la mise au point de technologies et de concepts d'utilisation réduisant la production de déchets.	Etat fédéral, Länder.	<i>Développement technologique</i> : organismes de recherche, industries et PME. <i>Concepts d'utilisation</i> : organismes de recherche et groupes d'intérêt.	La technologie des plastiques a mis sur pied un programme intensif de recherche sur les matériaux biodégradables constitués de substances organiques qui se dégradent biologiquement et peuvent être réinsérées dans le cycle. Des projets de recherche ont été mis en place notamment dans les organismes de recherche suivants : Institut für Biokunststoffe und Bioverbundwerkstoffe der Hochschule Hannover (Institut pour les bioplastiques et les matériaux composites bio de l'École supérieure d'Hanovre) .

			Programmes en faveur de la recherche intégrant la prévention des déchets : <u>Forschung für nachhaltige Entwicklungen</u> (« Recherche pour un développement durable ») du Ministère fédéral pour l'Education et la Recherche (BMBF). <u>“Vom Material zur Innovation”</u> (« Du matériau à l'innovation ») du Ministère fédéral pour l'Education et la Recherche (BMBF).
Programmes et mesures de soutien à la mise en œuvre de concepts et de technologies de prévention des déchets.	Etat fédéral, Länder, groupe KfW.	<i>Applications des technologies :</i> industrie et PME. <i>Concepts d'utilisation :</i> Commerce et groupes d'intérêt	Des programmes encouragent largement l'application et la transposition des résultats de la recherche menée à bien dans la pratique, par exemple : <u>Umweltinnovationsprogramm</u> (programme d'éco-innovation) du Ministère allemand de l'environnement, de la protection de la nature et de la sécurité nucléaire. <u>KfW-Umweltprogramm</u> (programme du groupe bancaire KfW pour l'environnement).
N° 3 : Élaboration d'indicateurs efficaces et significatifs sur les pressions environnementales associées à la production de déchets en vue de contribuer à la prévention de la production de déchets à tous les niveaux, depuis les comparaisons de produits au niveau communautaire jusqu'aux mesures sur le plan national en passant par les actions entreprises par les collectivités locales.			
Développement et application de systèmes d'indicateurs visant le benchmarking.	Etat fédéral, Länder.	Industrie, services responsables des déchets, offices régionaux de la statistique, office fédéral de la statistique.	Les services de collecte des déchets recensent et documentent le volume de déchets générés par habitant et par an. La comparaison des quantités par habitant permet de publier et de présenter les meilleurs exemples pratiques de réduction du volume de déchets au moyen de mesures mises en œuvre avec succès. Un exemple utilisant les données comparatives des quantités de déchets émis par habitant est le plan allemand de gestion des déchets : <u>« Kartendienst Abfallwirtschaft »</u> .

Mesures pouvant influencer la phase de conception, de production et de distribution.

Mesures de prévention des déchets	Initiateur	Destinataire de la mesure	Exemple de mise en œuvre
N° 4 : Promotion de l'éco-conception (intégration systématique des aspects environnementaux dans la conception du produit, avec pour objectif l'amélioration du bilan environnemental de l'ensemble du cycle de vie).			
Identification d'exigences spécifiques au produit liées à une conception contribuant à la prévention des déchets qui sont définies en application des modalités d'exécution de la <u>directive européenne sur l'éco-conception</u> .	Commission européenne : Coordination : Etat fédéral.	Responsable de la mise sur le marché de produits.	Le débat national portant sur les exigences spécifiques au produit s'appuie sur le <u>« Réseau EuP »</u> .
Diffusion d'informations et renforcement de l'attention à l'égard de la conception des produits minimisant les déchets, par exemple par des concours d'innovation.	Différentes autorités publiques en collaboration avec les acteurs économiques et les organisations de protection de l'environnement.	Concepteurs, développeurs et producteurs de produit, chaînes commerciales.	Le Ministère de l'environnement, du client et de l'énergie du Bade-Wurtemberg décerne aux entreprises contribuant notamment à l'amélioration de l'efficacité des matériaux et donc à la réalisation d'économies sur les ressources le <u>« Prix des Techniques Innovantes pour l'Environnement »</u> .
Système de collecte dans le cadre de la responsabilité du fait du produit.	Etat fédéral	Producteurs et distributeurs de certains produits.	Transposé pour les flux de déchets : déchets d'équipements électriques et électroniques, piles et accumulateurs, emballages (voir également les fiches techniques : <u>Déchets d'équipements électriques et électroniques, piles et accumulateurs</u>).

Mesures de prévention des déchets	Initiateur	Destinataire de la mesure	Exemple de mise en œuvre
Normalisation favorisant une conception des produits réduisant les déchets et respectueuse des ressources.	Autorités fédérales allemandes ; pouvoirs publics représentés au sein du Comité Européen de Normalisation (CEN) ou de l'organisme DIN.	Producteurs, commerce.	Le label environnemental allemand « <u>Der Blaue Engel</u> » (« L'Ange Bleu ») attribué aux équipements électriques exige par exemple une réparabilité des appareils (<u>cf. RAL-UZ 78c pour les écrans</u>), afin d'assurer la longévité des produits.
N° 5 : Informations sur les techniques de prévention des déchets en vue de favoriser la mise en œuvre des meilleures techniques disponibles par les entreprises.			
Adaptation des recommandations et des orientations pour les installations soumises à autorisation à l'état de la technique de prévention des déchets	Etat, autorités compétentes délivrant les autorisations, exploitants, installations soumises à autorisation.	Exploitations et entreprises.	-
Conseils prodigués aux exploitations par les établissements publics et portant sur les potentiels de prévention des déchets.	Etat fédéral, Länder, communes.	Secteurs industriels et PME dans les secteurs manufacturiers, en particulier les exploitations qui sont grosses consommatrices de ressources primaires.	En Allemagne, différents établissements et centres ont été créés dans le but de conseiller spécifiquement les entreprises sur l'efficacité des ressources. Entre autres : <u>Deutsche Materialeffizienzagentur (Agence allemande pour l'efficacité matérielle)</u> <u>VDI Zentrum für Ressourceneffizienz (Centre VDI en matière d'efficacité des ressources)</u>
N° 6 : Organisation de formations à l'intention des autorités compétentes sur l'intégration d'exigences en matière de prévention des déchets dans les autorisations.			
Formations à l'intention des autorités compétentes sur l'intégration d'exigences en matière de prévention des déchets dans les autorisations.	Länder.	Autorités compétentes délivrant les autorisations.	-
N° 7 : Adoption de mesures de prévention des déchets dans les installations qui ne relèvent pas de la directive 2010/75/UE. Le cas échéant, ces mesures pourraient comprendre des bilans ou des plans de prévention des déchets.			
Accélération de la mise en œuvre uniforme des obligations en matière de prévention des déchets dans les installations soumises et non soumises à autorisation.	Etat fédéral.	Autorités compétentes pour l'octroi des autorisations des Länder, exploitants des installations.	-
N° 8 : Organisation de campagnes de sensibilisation ou aide en faveur des entreprises sous la forme d'un soutien financier, d'aides à la décision ou autres. Ces mesures devraient se révéler particulièrement efficaces si elles sont destinées et adaptées aux petites et moyennes entreprises et s'appuient sur des réseaux d'entreprises bien établis.			
Création, poursuite et mise en réseau de programmes existants qui sensibilisent et conseillent les entreprises dans le domaine de la prévention des déchets.	Les Ministères de l'environnement et de l'économie des Länder sont les principaux initiateurs de ces programmes.	Exploitations et entreprises.	Le projet « <u>EffCheck</u> » est un projet allemand du réseau d'efficacité de la Rhénanie-Palatinat ; ce centre d'information et de conseil se tient à la disposition des PME pour répondre aux questions concernant l'efficacité énergétique et l'éco-efficacité.
N° 9 : Recours aux accords volontaires, aux panels de consommateurs et de producteurs ou aux négociations sectorielles afin d'inciter les entreprises ou les secteurs d'activité concernés à définir leurs propres plans ou objectifs de prévention des déchets, ou à modifier des produits ou des conditionnements produisant trop de déchets.			
Coopération en matière de prévention des déchets entre les industriels.	Entreprises industrielles d'une région comme force opérationnelle, les Länder peuvent accompagner les processus et les encourager.	Entreprises industrielles, PME.	La mise en réseau des exploitations a été réalisée dans la zone industrielle de Henscheid-Ulzburg/Kaltenkirchen et soutenue dans un projet visant le regroupement des flux de déchets.

Mesures de prévention des déchets	Initiateur	Destinataire de la mesure	Exemple de mise en œuvre
Conclusion d'un accord volontaire avec le commerce de détail et la restauration concernant des mesures de formation afin de mieux adapter la distribution des aliments aux besoins des magasins et des restaurants.	Etat fédéral, Länder en collaboration avec les établissements publics et/ou les organisations interprofessionnelles de la vente au détail et de la restauration.	Vente au détail, restauration.	-
Accord entre l'industrie, le commerce et les autorités publiques en matière de prévention des déchets	Etat fédéral, Länder en collaboration avec les organisations interprofessionnelles, les entreprises de logistique, etc.	Entreprises de nature différente.	-
N° 10 : Promotion de systèmes de management environnemental recommandables, comme l'EMAS et la norme ISO 14001.			
Extension de systèmes de management environnemental existants aux aspects de la prévention des déchets.	Länder, communes en collaboration avec des sociétés de consulting privées.	Entreprises.	Le label « greentable » (« Table Verte ») récompense les restaurants qui se distinguent par leur alimentation consciente, leur comportement d'achat et de protection environnementale durables et leur engagement social. L'obtention du label requiert le respect de différents critères, entre autres celui d'une gestion de déchets tenant compte notamment de la prévention du gaspillage alimentaire.

Mesures pouvant influencer la phase de consommation et d'utilisation.

Mesures de prévention des déchets	Initiateur	Destinataire de la mesure	Exemple de mise en œuvre
N° 11 : Utilisation d'instruments économiques, notamment de mesures favorisant un comportement d'achat écologique, ou instauration d'un régime rendant payant, pour les consommateurs, un article ou un élément d'emballage ordinairement gratuit.			
Promotion de systèmes de services de produits qui réduisent la production de déchets.	Länder, communes.	Entreprises, associations, coopératives, consommateurs.	Car sharing (DriveNow) : La promotion du car sharing inclut l'exonération des droits de stationnement.
Promotion de structures et de systèmes de gestion des déchets pour encourager la prévention des déchets.	Communes, autorités publiques de gestion des déchets.	Producteurs et détenteurs de déchets.	La redevance sur les déchets comprend une part fixe et une part variable pour les déchets résiduels ; elle diminue en fonction de la quantité de déchets éliminés. Celle-ci est prélevée par exemple par le syndicat intercommunal allemand de la collecte des déchets et des matériaux recyclables du Landkreis Darmstadt-Dieburg : Zweckverband Abfall- und Wertstoffeinsammlung für den Landkreis Darmstadt-Dieburg (voir la fiche technique « Finance-ment »).
N° 12 : Mise en œuvre de campagnes de sensibilisation et diffusion d'informations à l'intention du grand public ou de catégories particulières de consommateurs.			
Renforcement du volet « Prévention des déchets » prise en compte dans les recommandations d'achat.	Etat fédéral et Länder comme organes de parrainage, organisations de consommateurs comme acteurs opérationnels.	Consommateurs.	Dans le domaine des denrées alimentaires, le Ministère fédéral de l'alimentation et de l'agriculture a lancé la campagne d'informations « Zu gut für die Tonne! » (« Trop bon pour la benne ! ») en vue de sensibiliser les consommateurs sur une gestion plus consciente des denrées alimentaires et de fournir diverses recommandations et informations à ce sujet.

Mesures de prévention des déchets	Initiateur	Destinataire de la mesure	Exemple de mise en œuvre
Mesures d'éducation et de participation du public à la prévention des déchets	Ministères de la culture des Länder en coopération avec les PME et le Ministère fédéral pour l'Education et la Recherche (BMBF).	Enseignants, élèves et apprentis.	Les <u>associations de consommateurs</u> des Länder proposent divers ateliers, formations et expositions sur le thème de la prévention des déchets.
Introduction et mise en pratique des programmes de gestion de déchets durable et respectueuse des ressources.	Les Ministères de l'éducation des Länder dictent les exigences, les différentes écoles élaborent les concepts de façon autonome.	Personnel enseignant des écoles primaires et secondaires, élèves, communes	Le lycée de Dresde, <u>Gymnasium Dresden-Cotta</u> , prévoit depuis 2000 des programmes d'éducation à l'environnement durable dont la prévention des déchets constitue un thème central.
Promotion des associations de défense de l'environnement et des consommateurs pour mettre sur pied des campagnes sur la prévention des déchets.	Etat fédéral, Länder, communes.	Consommateurs, entreprises.	Le Land de Saxe a lancé l'initiative <u>« Lebensmittel sind wertvoll »</u> (« Les aliments sont précieux »).
N° 13 : Promotion de labels écologiques valorisants.			
Utilisation de labels pour les produits respectueux des ressources et qui « préviennent ainsi la génération de déchets ».	Etat fédéral, Länder.	Producteurs, consommateurs, Commission européenne.	Nous pouvons citer en exemple le label environnemental <u>« Der Blaue Engel »</u> (« L'Ange Bleu ») dont l'attribution dépend entre autres des critères de la prévention des déchets.
N° 14 : Accords avec les producteurs, en recourant notamment à des groupes d'étude de produits comme cela se pratique dans le cadre de la politique intégrée des produits, ou avec les détaillants sur la mise à disposition d'informations relatives à la prévention des déchets et de produits de moindre incidence sur l'environnement.			
Actions concertées pour éviter les déchets alimentaires	Autorités fédérales et des Länder et des communes d'une part, représentants de l'agriculture, de l'industrie alimentaire et du commerce d'autre part.	Industrie alimentaire, commerce.	<u>Le groupe REWE</u> a mis en place une gestion globale de l'environnement dans le but, notamment, d'éviter les déchets alimentaires par la mise en place d'une logistique efficace telle que la livraison mieux adaptée aux besoins des commerces mais aussi des ménagers.
N° 15 : Dans le cadre des marchés publics et privés, intégration de critères de protection de l'environnement et de prévention des déchets dans les appels d'offres et les contrats, comme le préconise le manuel sur les marchés publics écologiques, publié par la Commission le 29 octobre 2004.			
Prise en compte des aspects de prévention de déchets pour les commandes publiques.	Etat fédéral, Länder.	Entités adjudicatrices de l'Etat, des Länder, des communes ainsi que des entreprises publiques, de l'administration des bâtiments de l'Etat et des Länder, maîtres d'ouvrage.	L'Office fédéral de l'environnement a publié en juillet 2015 un guide intitulé <u>« Leitfaden zur umweltfreundlichen öffentlichen Beschaffung von Computerbildschirmen »</u> (« Guide pour l'approvisionnement écologique d'écrans d'ordinateur pour les marchés publics ») fournissant des recommandations en matière d'approvisionnement d'écrans à faible consommation d'énergie et de longue durée, peu polluants et recyclables.
N° 16 : Incitation à réutiliser et/ou à réparer des produits au rebut susceptibles de l'être, ou leurs composantes, notamment par le recours à des mesures éducatives, économiques, logistiques ou autres, telles que le soutien à des réseaux et à des centres agréés de réparation et de réemploi, ou leur création, surtout dans les régions à forte densité de population.			
Promotion de la réutilisation ou de l'usage multiple des produits (produits de seconde main).	Communes, autorités publiques de gestion des déchets.	Associations, structures commerciales privées pour les produits de seconde main, autorités publiques de gestion des déchets.	<u>ReUse Computer e.V</u> est un consortium groupant des entreprises, des institutions et des particuliers qui s'engagent pour la réutilisation d'équipements informatiques de marque de qualité exceptionnelle et d'occasion bon marché.

Mesures de prévention des déchets	Initiateur	Destinataire de la mesure	Exemple de mise en œuvre
Soutien aux réseaux de réparation.	Länder, communes.	Initiatives privées et d'utilité publique.	La société <u>SAPOS GmbH</u> vend des appareils électriques de seconde main testés et en conformité avec les dispositions de sécurité relatives à la vente d'équipements électriques. SAPOS GmbH est une entreprise spécialisée dans l'intégration qui emploie des personnes socialement défavorisées.
Développement de normes de qualité pour la réutilisation.	L'Etat et les Länder soutiennent les processus consistant à définir les normes minimales applicables aux produits et les normes de qualification applicables au personnel.	Ateliers de réparation.	Le projet de recherche allemand <u>« Second Life - Wiederverwendung gebrauchter Elektro- und Elektronikgeräte »</u> (« Second Life - Réutilisation d'équipements électriques et électroniques d'occasion ») a analysé notamment les critères techniques d'un réemploi, qui recommande par exemple la prise en compte de la directive VDI 2343, feuille 5 « Reuse ».
Organisation de manifestations dans des établissements publics consacrées à la prévention des déchets (réutiliser au lieu de jeter).	Länder, communes.	Opérateurs (publics et privés).	Les manifestations à planifier peuvent être conçues suivant la norme DIN EN ISO 20121 qui définit les critères d'une gestion durable des manifestations. Le guide allemand <u>« Leitfaden für die nachhaltige Organisation von Veranstaltungen »</u> (« Guide pour l'organisation durable de manifestations ») formule en plus des recommandations concernant l'organisation et la mise en œuvre d'événements pour la prévention des déchets.
Soutien de la recherche et du développement de mesures prolongeant la durée de vie.	Etat fédéral, Länder.	Organismes de recherche, entreprises.	L'Institut Leibniz pour la technique agricole « Leibniz-Institut Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. » a réalisé le projet <u>« ProSensonet2 »</u> qui a élaboré des concepts de solution dans le but de réduire l'altération des aliments dans la logistique alimentaire au moyen de capteurs.

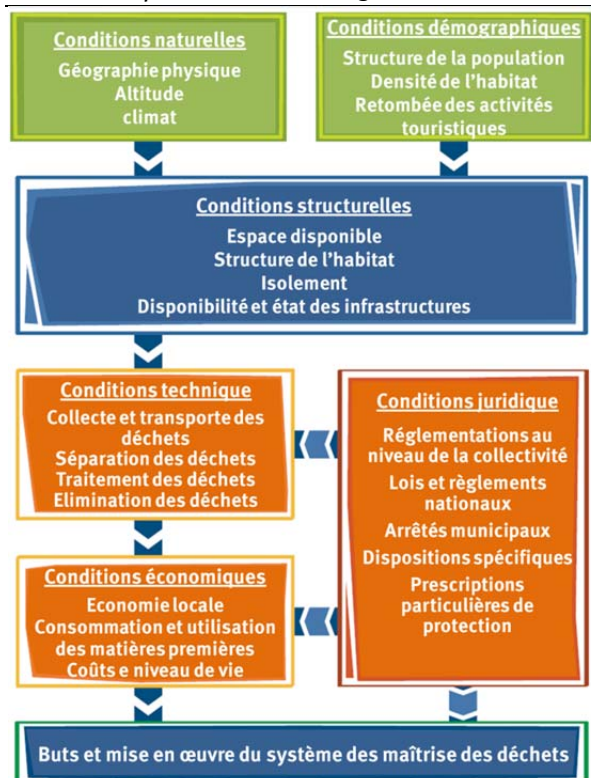
Types de circonscriptions

Arrière-plan et méthodologie

La gestion des déchets n'est réellement efficace qu'en respectant toutes les conditions-cadres et toutes les caractéristiques de la zone de planification. Outre les conditions sociales et économiques, les infrastructures (par exemple le nombre d'habitants, l'accessibilité, la structure des voies de transport, la diversité économique etc.), elles incluent également les conditions culturelles. Ces conditions ont un impact déterminant non seulement sur les quantités et la composition des déchets, mais aussi sur le succès des mesures envisageables en matière de gestion des déchets. Conjugués, les différents facteurs ci-dessus conduisent à une diversification des caractéristiques régionales conditionnant différentes compétences pour diverses modalités de gestion de déchets.

Les opérateurs en planification de gestion des déchets et les décideurs politiques doivent prendre conscience de ces interdépendances pour pouvoir déterminer des solutions de gestion de déchets adaptées. En effet, seules les mesures les mieux adaptées aux conditions et à la demande régionales peuvent s'établir avec succès. (Figure 1).

Figure 1: Influence des conditions structurelles sur la planification de la gestion des déchets



La connaissance des particularités et des problèmes régionaux donne aux opérateurs en planification et décideurs et aux autorités les moyens d'identifier les exigences des zones de collecte voisines présentant des conditions analogues pour examiner les possibilités d'une coopération efficace (en termes de coûts). Mais il est possible de réaliser également un benchmarking entre des zones de collectes similaires pour comparer et, le cas échéant, optimiser les mesures de gestion des déchets.

La planification de la gestion des déchets doit donc comporter dans tous les cas une analyse préalable des conditions-cadres dans la zone d'aménagement. Cette analyse peut déboucher sur la définition de types régionaux présentant des conditions et une demande similaires facilitant la mise en œuvre des mesures pratiques de gestion des déchets.

La définition de types régionaux dresse une vue d'ensemble généralisée des facteurs et des conditions-cadres pour s'attaquer plus efficacement et à plus long terme aux problèmes de gestion des déchets. Cette définition constitue une base utile pour développer dans divers territoires, avec les organes décisionnels et les intéressés et selon les critères retenus, une vision commune des aspects de la gestion de déchets et de dégager les meilleures solutions intégrées qui ne désavantagent personne et qui s'appuient sur les meilleures informations disponibles.

Nous présentons ci-dessous une méthode éprouvée pour la définition des critères régionaux.

Critères

Pour définir la caractérisation régionale, il faut disposer de toute une série de paramètres permettant de déterminer les influences importantes en termes de gestion des déchets, en particulier en ce qui concerne la production des déchets et l'organisation des services en la matière. Un ou plusieurs paramètres (voir Tableau 1) peuvent être attribués par exemple aux six critères généraux suivants d'une caractérisation régionale :

1. Structures de peuplement
2. Type de chauffage des immeubles
3. Structures d'activités
4. Réseau des voies de transport
5. Structures industrielles
6. Particularités régionales

Les critères susmentionnés sont importants pour la gestion des déchets pour les raisons suivantes :

Structure de peuplement

Deux éléments principaux entrent ici en ligne de compte : le nombre des habitants et les principaux types d'habitat, qui sont directement en relation l'un avec l'autre (une forte population de densité élevée signifie une grande densité de l'habitat). Si ces deux grands types d'information ne peuvent pas être combinés, elles seront utilisées séparément.

Il faut entendre par « structure de l'habitat » les grandes caractéristiques de l'habitat, à savoir les types d'immeubles et leur densité de peuplement, caractéristiques d'un certain niveau de développement des infrastructures avec structuration et équipement spécifiques de l'espace. Les implications sont également fortes entre divers autres aspects, par exemple sur le plan socio-économique. Ces différentes caractéristiques combinées jouent un rôle éminent en ce qui concerne les quantités et la composition des émissions de déchets, les possibilités de collecte et de ramassage des déchets, etc.

Du point de vue de la gestion des déchets, ces différents aspects exercent une influence sur les éléments suivants :

- ▶ La composition et les quantités de déchets émis dans les différentes unités structurelles
- ▶ Les possibilités de collecte séparée et de compostage des déchets par les ménages
- ▶ Les systèmes de collecte appropriés (prise en charge de proximité ou collecte sur points centraux avec déplacement des particuliers)
- ▶ Types de conteneurs appropriés et capacité
- ▶ Système de redevance approprié pour la prise en charge des déchets

Type de chauffage des immeubles

Le type de chauffage des immeubles (chauffage individuel avec combustibles solides ou fuel ou chauffage central) est important en ce sens que pour le premier, les ménages ont la possibilité de brûler eux-mêmes une partie de leurs déchets plutôt que de les éliminer avec la collecte de déchets (combustion en poêle ou chaudière).

Le type de chauffage constitue une donnée primaire pour les caractéristiques de déchets qui sont émis par les ménages (en fonction du taux des cendres par rapport aux combustibles solides bruts). Il faut en tenir compte

pour la mise à disposition des conteneurs et la prévision des mesures de traitement.

Du point de vue de la gestion des déchets, ces différents aspects exercent une influence sur les éléments suivants :

- ▶ Quantités et composition prévisibles des déchets
- ▶ Conteneurs optimisés (par exemple les conteneurs en plastique sont inadaptés pour la collecte des déchets pouvant contenir des cendres incandescentes provenant de la combustion de solides).
- ▶ Options de traitement des déchets (le traitement doit être entièrement différent si le taux des cendres dans les déchets dépasse un certain seuil).

Structures économiques

Les quantités et la nature des déchets émis dépendent en ligne directe de l'intensité des activités commerciales et industrielles dans la circonscription et de la nature des activités implantées. Avec la structure de l'habitat, elles constituent un excellent indicateur de la situation socio-économique de la circonscription (par exemple taux de l'emploi, niveau des revenus, ressources de développement, etc.).

Du point de vue de la gestion des déchets, ces différents aspects exercent une influence sur les éléments suivants :

- ▶ Quantités et composition prévisionnelles des déchets
- ▶ Possibilité de collecte séparée des déchets
- ▶ Système de collecte adapté (prise en charge de proximité ou collecte sur points centraux avec déplacement des particuliers)
- ▶ Système de redevance approprié (adapté à la capacité et à la volonté financières des usagers).

Réseau des voies de transport

L'ampleur et l'état du réseau des voies de transport conditionnent l'intensité et la manière dont peut être équipée une région en ce qui concerne la collecte des déchets et le transport. Les différentes possibilités de transport (route, voie ferroviaire, fluviale ou maritime) présentent chacune des avantages spécifiques qu'il convient de prendre en considération.

Les critères de sélection des voies de transport en ce qui concerne les déchets sont les suivants :

- ▶ Systèmes de collecte appropriés

- ▶ Véhicules et logistique des transports appropriés
- ▶ Existence de capacités locales de traitement, de stockage temporaire et de stations de transbordement.

Structures industrielles

La présence de certaines activités industrielles avec les équipements appropriés (par exemple papeteries, cimenteries, etc.) est un élément intervenant au niveau de la possibilité de mise en valeur de certains déchets et d'autres modalités d'élimination des déchets (par exemple l'incinération des déchets à des fins de chauffage et de production énergétique, l'existence de sites miniers désaffectés pouvant être utilisés pour le stockage de certains déchets). Les structures industrielles ont aussi un impact en ce qui concerne les voies de transport (par exemple possibilité d'utilisation des systèmes de transport industriels pour les déchets) et l'émission des déchets dans la circonscription.

Particularités régionales

Les principales particularités régionales jouant un rôle en ce qui concerne la gestion des déchets sont les suivantes :

- ▶ **Centres touristiques** : Ils doivent être pris en considération séparément du fait que les quantités et la composition des déchets qui y sont émis présentent certaines particularités qui les distinguent du reste de la région. Il s'agit en particulier des fortes fluctuations saisonnières des déchets, du taux élevés de déchets provenant du secteur commercial et des déchets biodégradables. Dans les circonscriptions d'activités composites (tourisme, industrie et secteur tertiaire administratif), les volumes de déchets émis par les touristes (et donc pendant la saison touristique) venant s'ajouter aux quantités de déchets constantes de la population locale peuvent constituer un moment critique. A ces facteurs vient s'ajouter que pour satisfaire à la vocation touristique, il est nécessaire de respecter certaines contraintes esthétiques, d'assurer un ramassage régulier des ordures, d'où un comportement spécifique de ces régions en ce qui concerne les déchets. Les touristes maîtrisent le mode de collecte et de ramassage propre à la région, alors qu'il est tout à fait possible que les touristes de l'extérieur connaissent des situations différentes. La concentration des activités et des infrastructures touristiques né-

cessitent en général des options particulières en termes de gestion des déchets. Le tourisme a un certain nombre de retombées au niveau de la situation socio-économique régionale et des contraintes réglementaires.

- ▶ **Zones protégées (parcs naturels, parcs nationaux, zones militaires, patrimoine naturel sauvegardé, etc.)** : Ces zones sont protégées au titre de la Convention de Ramsar sur les zones humides et d'autres réglementations à caractère national. Au niveau de la gestion des déchets, le statut de ces zones impose des limitations concernant la maîtrise des déchets (par exemple limitations de la possibilité de créer des installations de traitement et procédures d'autorisation spéciales), s'étendant aussi aux activités économiques et aux possibilités de développement de la région. D'une manière générale, les activités commerciales et industrielles n'y sont pas tolérées.
- ▶ **Particularités topographiques (régions montagneuses, zones humides, etc.)** : Les particularités de ces régions peuvent se faire sentir au niveau de la collecte, du traitement et de l'élimination des déchets, par exemple par des restrictions au niveau de l'accessibilité, des potentiels de développement, de longues distances de transport ou des conditions climatiques. Ces difficultés peuvent être compensées par certains atouts sur le plan des activités économiques, tels que le tourisme ou la pisciculture qui, quant à elle, nécessitent souvent des solutions techniques très spécifiques pour la gestion des déchets.
- ▶ **Zones spéciales (zones bénéficiant d'un régime spécial d'encouragement, zones frontalières, etc.)** : La promotion des zones en question peut favoriser le développement local qui exerce une influence toute particulière sur l'organisation de la gestion des déchets, par exemple :
 - un essor démographique rapide
 - l'expansion ou la transformation des activités et des infrastructures industrielles ou
 - les concentrations humaines se distinguant par des coutumes et des traditions spécifiques.

Tous ces facteurs influencent généralement les quantités et la composition des déchets par rapport au reste de la région. Certaines régions se caractérisent par le fait que les déchets et les pro-

duits de récupération sont transportés en grandes quantités hors des frontières. En général, il s'agit de volumes conséquents, de déchets extrêmement divers avec parfois des fluctuations saisonnières fortes et une concentration en certains points.

Concernant la caractérisation régionale, il faut apporter cette restriction que toute l'information sur les structures régionales ne saurait se substituer à un enregistrement exhaustif de l'information sur les quantités, la composition, les caractéristiques chimiques et physiques des déchets. Ces deux types d'information sont nécessaires au même titre pour prévoir rationnellement les mesures de prise en charge des déchets et les équipements nécessaires.

En l'absence d'informations précises, la solution pour la conception des installations de traitement des déchets consiste souvent à se référer aux valeurs moyennes sur l'émission des déchets dans le pays, ce qui est fréquemment à l'origine d'écarts considérables entre les prévisions et l'utilisation réelle des capacités des installations en question.

Les informations locales sur les quantités et la composition des déchets sont donc incontournables pour le processus de planification.

Aspect pratique

La quantité et la qualité des données locales disponibles constituent un facteur restrictif de la classification régionale. D'autre part, les instituts statistiques, les services du cadastre et diverses autres sources gèrent souvent des informations qui, à elles seules ou en association les unes avec les autres, fournissent des indications spécifiques relatives à la situation initiale et auxquelles on peut recourir pour déterminer la caractérisation régionale. Ces informations font office de paramètres de substitution venant définir directement ou indirectement les différents critères d'orientation ; elles permettent de réduire les enquêtes sur le terrain et d'évaluer de manière suffisamment précise la situation en matière de gestion des déchets. Notamment les modifications et les estimations de différents paramètres sur plusieurs années apportent des éléments précieux (voir Tableau 1).

Les cartes et les plans (carte d'occupation des sols, cartes démographiques, etc.) sont fondés sur des critères d'informations (paramètres) identiques ou analogues aux relevés de caractérisation des régions et peuvent donc être d'un grand intérêt pour cette classification, principa-

lement dans les cas où il est difficile d'accéder à ces mêmes informations par d'autres moyens. Les cartes en particulier présentent le grand avantage de donner un aperçu parlant sur la base des critères généraux et des informations de détail. Elles permettent en particulier d'identifier rapidement les grandes structures identiques, d'une sous-région à l'autre.

Tableau 1: Exemples de critères d'orientation, de paramètres et d'informations à caractère descriptif

Critères d'orientation	Paramètres et informations à caractère descriptif
Structure de peuplement	Population
	Densité de la population
	Structures de l'habitat
Chauffage des immeubles d'habitation	Nombre des ménages possédant un chauffage aux combustibles solides et proportion dans la population totale
Structures économiques	Activités productives (bases : autorisations administratives, chiffre d'affaires, nombre d'employés)
	Activités de service (bases : autorisations administratives, chiffre d'affaires, nombre d'employés)
	Activités touristiques (bases : autorisations administratives, chiffre d'affaires, nombre d'employés)
	Existence de marchés, nombre de ceux-ci
Réseau des voies de transport	Routes à grande circulation
	Routes et voies d'intérêt régional
	Lignes ferroviaires
	Voies navigables
Structures industrielles	Présence dans la région de grands centres industriels
	Présence dans la région de grandes zones de concentration des activités industrielles
	Existence d'équipements de prise en charge et d'élimination des déchets et nombre de ceux-ci
Particularités régionales	Existence de zones touristiques
	Zones en difficulté de communication
	Parcs nationaux et zones protégées
	Zones faisant l'objet d'encouragements
	Zones frontalières

Les cartes donnent une information complète sur les particularités régionales au niveau de la gestion des déchets et soulignent sa disparité sur l'ensemble du territoire d'un pays. Ces différents éléments donnent aux décideurs les moyens d'identifier les priorités et les possibilités de maîtrise des déchets sur la base des conditions spécifiques de la région de programme considérée

et permettent d'identifier les similitudes de certaines parties du territoire pour une approche analogue de la planification, et donc d'envisager des schémas de coopération régionale et d'impulser la création de syndicats ou de groupements d'activités.

Les informations sur le peuplement régional, complétées par les structures de l'habitat sont particulièrement importantes puisqu'elles permettent d'envisager globalement plusieurs facteurs pertinents pour la maîtrise des déchets (par exemple émission et composition des déchets, surfaces disponibles, évolution des infrastructures, etc.). Il est tout autant recommandé de compléter la définition des caractéristiques régionales par une information exhaustive sur les structures de l'habitat avec toutes les variations. Celles-ci peuvent être classées en plusieurs catégories dans un grand nombre de pays :

Structures de l'habitat de type I – Prépondérance des immeubles de plusieurs étages (habitat concentré) :

Habitat groupé en immeubles de plusieurs étages, densité élevée d'unités d'habitat et souvent peu de surfaces disponibles pour le stockage, la collecte et le ramassage des déchets.

Structures de l'habitat de type II - Prépondérance des maisons familiales mitoyennes.

Habitat en immeubles d'habitation peu élevés à l'intérieur des villes (en général trois à six étages) ; nombre relativement réduit d'habitants dans chacun des immeubles, limitation des surfaces pour le stockage, la collecte et le ramassage des déchets par suite de la mitoyenneté et de la proximité de la chaussée.

Structures de l'habitat de type IV - Maisons familiales espacées :

Prépondérance des maisons familiales espacées, de plusieurs étages, dans des zones de peuplement faible ; infrastructures développées ; constructions souvent entourées de jardin ; dans la plupart des cas, éloignement faible de la chaussée.

Structures de l'habitat de type IV – Maisons unifamiliales et deux familles :

Maisons unifamiliales et deux familles. Maisons unifamiliales et deux familles dans des zones de faible densité de peuplement (à la périphérie des villes et dans les zones rurales), fortement éloignées les unes

des autres dans la plupart des cas ; infrastructures souvent insuffisantes (principalement dans les régions rurales)

Figure 2 : Structures de l'habitat



Sur la base des paramètres définis dans le Tableau 1 et des critères d'orientation prioritaires que sont la « Structure de peuplement », le « Chauffage des immeubles », les « Structures économiques » et le « Réseau des voies de transport », il est possible de simplifier encore ces structures en distinguant trois grandes catégories régionales pour prévoir pour chacune la demande et les modalités de la gestion des déchets :

Zones urbaines

Zones de forte densité de peuplement, bien desservie par les différentes voies de transport, aux structures économiques affirmées et diversifiées, dotées de bonnes infrastructures communales et constituées principalement d'immeubles contigus, de plusieurs étages (structures d'habitat I, II et III).

Zones à la périphérie des villes :

Zones de densité de peuplement moyenne à faible ; immeubles d'habitation de grande taille pour la plupart (structures d'habitat II, III et IV) ; infrastructures communales développées ; réseau de voies de transport évolué ; structure économique diversifiée.

Zones à caractère rural :

Zones de peuplement moyen à faible ; immeubles isolés dans la plupart des cas, éloignés les uns des autres (structures d'habitat III et IV) ; structures économiques faiblement développées ou unilatérales ; infrastructures faiblement développées et diversifiées.

Tableau 2 : Résumé des critères de différenciation des zones urbaines, de la périphérie urbaine et des zones rurales dans le cadre de la répartition en plusieurs types régionaux.

	Zones urbaines	Périphérie urbaine	Zones rurales
Structure de peuplement	<ul style="list-style-type: none"> - Forte densité de la population ; en fonction de la composition démographique, les quantités de déchets attendues sont très élevées, hétérogènes et présentent un degré élevé de concentration en certains points. - En général, peu de place disponible pour le stockage temporaire des déchets par les ménages, jusqu'au ramassage. - Principalement structures d'habitat des types I et II, partiellement III. 	<ul style="list-style-type: none"> - Densité de population moyenne ; en fonction de la composition démographique, les quantités de déchets attendues peuvent être très élevées, hétérogènes et présenter un degré élevé de concentration en certains points. - Place disponible pour le stockage temporaire des déchets jusqu'au ramassage. - Zones en développement avec début d'infrastructures. - Principalement structures d'habitat des types II, III et en partie IV. 	<ul style="list-style-type: none"> - Faible densité de la population ; en fonction de la composition démographique, les quantités de déchets attendues sont faibles et relativement homogènes (taux élevé de déchets biodégradables). - Pratiquement aucune limitation en ce qui concerne la place pour le stockage temporaire des déchets par les ménages jusqu'au ramassage. - Principalement maisons unifamiliales sur fonds de grande superficie ; structures d'habitat des types : III et IV.
Structure de l'habitat	<ul style="list-style-type: none"> - Zones de forte densité de l'habitat ; chauffage central ; quelques chauffages individuels aux combustibles solides. - Dans les structures urbaines de longue date, certains quartiers et immeubles ont uniquement un chauffage de type poêle ou autres utilisant des combustibles solides. 	<ul style="list-style-type: none"> - Habitat concentré équipé de chauffage central ; chauffage individuel aux combustibles solides. - Dans les villes traditionnelles, des quartiers entiers et la plupart des maisons individuelles ont uniquement un chauffage de type poêle ou autre utilisant les combustibles solides. 	<ul style="list-style-type: none"> - Principalement chauffage de type poêle ou autre utilisant les combustibles solides. - Dans certaines zones (par exemple touristiques), les maisons sont équipées de chauffages individuels évolués.
Structure économique	<ul style="list-style-type: none"> - Grande diversité des activités économiques ; nombreuses implantations industrielles. - Grande diversité des déchets ; concentration en certains points de déchets déterminés et de déchets biodégradables (par exemple sur les marchés), du papier (immeubles de bureaux), des emballages (dans les centres commerciaux). 	<ul style="list-style-type: none"> - Faible densité et intensité des activités économiques ; implantations industrielles réduites. - Malgré tout, grande diversité des types de déchets ; émission concentrée de certains types de déchets comme dans les zones urbaines ; déchets d'emballages prépondérants. 	<ul style="list-style-type: none"> - Activités essentiellement agricoles rarement complétées par des structures éparses (métiers traditionnels et quelques industries, par exemple réparation du matériel agricole, industrie de la chaussure, etc.).
Réseau des voies de transport	<ul style="list-style-type: none"> - Bon raccordement aux voies à grande circulation, aux voies nationales, régionales et locales, au réseau ferré et fréquemment aux voies navigables. 	<ul style="list-style-type: none"> - Bon raccordement aux voies à grande circulation, aux voies nationales, régionales et locales, au réseau ferré et fréquemment aux voies navigables. 	<ul style="list-style-type: none"> - Raccordement souvent insuffisant aux voies secondaires ; dans quelques cas, raccordement au chemin de fer et, plus rarement encore, à la voie d'eau.

Sur la base des critères décrits ci-dessus, la classification en zones et en type d'habitat est valable pour la plupart des pays européens et peut être transposées dans les autres régions de la planète. La conclusion qui s'impose ici est qu'en principe, les possibilités de planification et de mise en œuvre des mesures et des technologies de gestion des déchets sont semblables pour les zones présentant les mêmes caractéristiques.

Les particularités régionales méritent une attention accrue car elles requièrent une mise en œuvre très

spécifique des mesures de gestion des déchets dans une région précise – indépendamment de sa caractérisation. Ces spécificités peuvent engendrer des contraintes extrêmement fortes (par exemple les limitations provenant des conditions climatiques extrêmes) ou au contraire considérer la région comme propre à faciliter l'adoption de certaines technologies (par exemple les systèmes de collecteur pneumatique des déchets et les sas de collecte pour différencier le prélèvement de la redevance).

Possibilités de traitement des déchets compte tenu des conditions locales

Introduction

La prévision de maîtrise des déchets est une pratique courante et constitue un élément principal pour la planification de toute politique de protection de l'environnement. Les bases doivent être constituées par la situation générale dans la circonscription considérée, le bilan des déchets, les buts soigneusement définis, la gamme des options permettant de les réaliser. Dans de nombreux cas, les plans et les stratégies de maîtrise des déchets servent d'orientation générale et de cadre pour l'action aux différents échelons. La présente information a été établie pour donner aux responsables de la prévision en matière de maîtrise des déchets et aux décideurs un aperçu complet des procédures et des options techniques pouvant être envisagées pour assurer efficacement la collecte, le ramassage, le transport, la mise en valeur et le traitement. Cette information est associée à des remarques sur la disponibilité des différentes techniques en fonction des conditions et des nécessités régionales. Différentes possibilités sont également évoquées pour le financement des systèmes de maîtrise des déchets, pour la prévention des déchets au niveau de l'émission, c'est-à-dire pour la réduction maximale des nuisances pour l'environnement à la source.

Les techniques et les équipements en question ne sont en fait que des composantes à l'intérieur d'un système complet devant être adapté aux conditions locales, dans la perspective de la maîtrise et de la mise en valeur des différents courants de déchets. Au niveau de la planification et de la prévision, la difficulté majeure consiste donc à sélectionner les techniques appropriées compte tenu des buts et des conditions spécifiques de la circonscription de maîtrise des déchets, et d'en réaliser la synthèse de manière à parvenir à la meilleure coordination pour atteindre les buts de la maîtrise des déchets. Les informations et les différents aspects envisagés dans la présente documentation et présentés dans le détail pour certains, viennent former un ensemble dont les différents éléments sont liés les uns aux autres.

Options pour la maîtrise des différentes fractions des ordures ménagères

La documentation que nous soumettons donne à

l'utilisateur de la collecte de données une information détaillée dans laquelle il sélectionnera les points intéressants pour les relier les uns aux autres de manière appropriée, tandis que les exemples d'applications montrent comment les différents éléments proprement techniques peuvent être assemblés pour constituer un système complet de maîtrise des déchets. Cela explique que dans un premier temps, nous envisagions les différentes possibilités de gestion pour les différents courants de déchets.

Les différentes options qui sont envisagées découlent des buts et des orientations générales de la maîtrise des déchets en Europe. Elles illustrent les meilleures pratiques à l'heure actuelle et viennent s'inscrire dans l'obligation générale consistant à abandonner la mise en décharge systématique des déchets composites non traités qui constitue toujours la méthode traditionnelle et la plus répandue. De plus, cette diversité des options pour les mêmes types de déchets montre qu'il existe de nombreuses voies pour maîtriser les déchets et que l'on peut parfaitement tenir compte des conditions et des nécessités régionales et locales au niveau de la planification de la maîtrise des déchets.

Cette diversité en ce qui concerne les possibilités de traitement s'explique aussi par la diversification grandissante des déchets que l'on observe à l'échelle mondiale, par l'objectif majeur que l'on se propose, à savoir d'utiliser les déchets de la manière la plus efficace et avec le plus grand rendement. Il faut aussi tenir compte du fait que les régions jusqu'ici peu développées, aux infrastructures sous-développées, éloignées des centres de développement et ayant gardé toutes les caractéristiques d'une profonde ruralité connaissent actuellement une mutation qui était jusque-là réservée aux centres urbains. Alors que ces changements se produisent, les structures de gestion des déchets restent élémentaires et sous-développées. Il est alors impossible de réagir de manière appropriée et l'on voit naître de nouveaux risques pour l'environnement.

Pour les différentes options de traitement que nous présentons, nous mettons toujours l'accent sur la collecte séparée des déchets sur les lieux de l'émission, ceci afin de faire valoir d'une part que la collecte séparée des composants de déchets constitue bien souvent la condition primordiale d'un choix entre diverses possibilités de traitement et, d'autre part, pour conforter les comportements traditionnels d'exploitation, les conserver ou éventuellement même développer certains courants de

déchets.

Les différentes possibilités de traitement sont envisagées tout d'abord sur la base des différentes fractions constituant les ordures ménagères. Pour les types de déchets spécifiques, par exemple les déchets biologiques et les emballages, nous décrivons les modalités de traitement spécifiques pour ces déchets. Les choses ne sont malheureusement pas ainsi que des différents déchets sont uniformément séparés, comme l'exigerait un traitement rationnel. Il est donc nécessaire d'envisager des modalités de traitement pour les courants de déchets. Les exemples en sont l'incinération et le traitement mécanique et biologique des déchets, deux procédures qui permettent le traitement concomitant des résidus composites dans les ordures ménagères et des déchets encombrants.

Il est de la plus haute importance, au niveau de la planification, d'établir l'aperçu des différentes options de traitement pouvant être envisagées afin de sélectionner

les mieux adaptées en fonction des conditions locales, mais il ne s'agit là que d'une étape, l'autre étant constituée par le bilan général des déchets dans la circonscription, afin de pouvoir définir les modalités d'application les plus efficaces pour les différentes possibilités de traitement par leur combinaison optimale. Cela explique que pour la documentation, nous ayons retenu dans un premier temps les procédures spécifiques de traitement pour les différentes fractions et, ensuite, les possibilités d'un traitement global compte tenu des spécificités des différentes circonscriptions territoriales.

Les conceptions globales de la maîtrise des déchets sont une partie distincte de la documentation consacrée à la collecte des données et en constituent une sorte de conclusion. Les liens de la dernière colonne dans le tableau ci-dessous donnent accès aux descriptions détaillées pour les différentes fractions constituant les ordures ménagères.

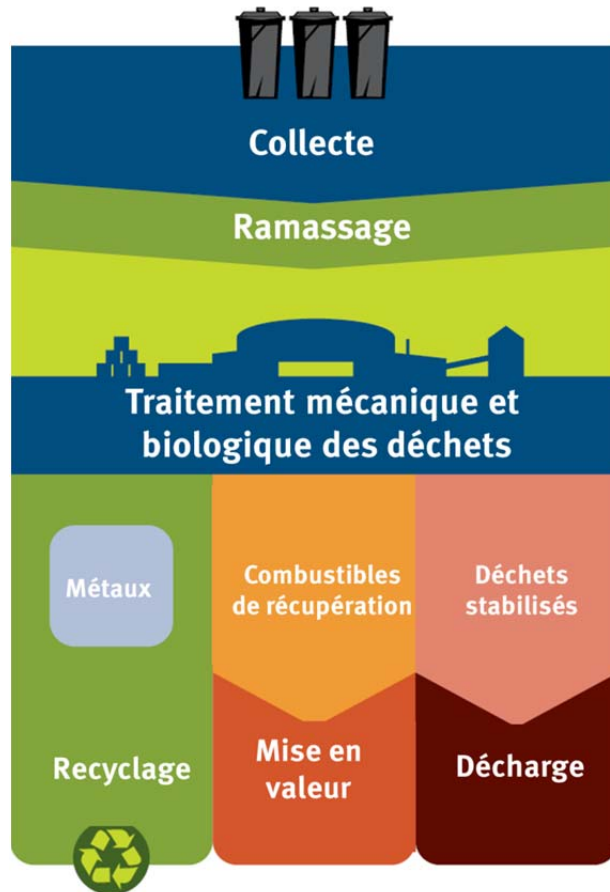
Tableau 1: Aperçu des possibilités de traitement des différentes fractions constituant les ordures ménagères

Fraction de déchets	Options de maîtrise		Option
	Nature de la collecte et du ramassage	Modalités de traitement	
Ordures ménagères	Déchets résiduels composites	Dirigés vers les installations de traitement mécano-biologique (TMB).	<u>1</u>
	Déchets résiduels composites	Dirigés vers les installations d'incinération des déchets.	<u>2</u>
	Déchets résiduels composites	Dirigés vers les installations de traitement mécano-biologique (TMB) après transfert.	<u>3</u>
	Déchets résiduels composites	Dirigés vers les installations d'incinération des déchets après transfert.	<u>4</u>
	Collecte séparée des déchets secs (matériaux composites) et du reste des déchets.	La fraction sèche est dirigée vers une installation de tri, le reste vers le traitement mécanique et biologique ou l'incinération des ordures.	<u>5</u>
Déchets biologiques	Collecte séparée sur les lieux de l'émission.	Dirigés vers une installation de compostage.	<u>6</u>
	Collecte séparée sur les lieux de l'émission.	Dirigés vers une installation de fermentation.	<u>7</u>
Déchets d'emballages	Collecte séparée des déchets composites sur les lieux de l'émission	Dirigés vers plusieurs installations de tri pour prélever les matériaux recyclables.	<u>8</u>
	Collecte séparée des différents matériaux sur les lieux de l'émission	Dirigés vers plusieurs installations de tri pour prélever les matériaux recyclables.	<u>9</u>
Déchets encombrants	Collecte séparée des déchets composites sur les lieux de l'émission	Dirigés vers une installation d'incinération des déchets.	<u>10</u>
	Collecte séparée des déchets composites sur les lieux de l'émission	Dirigés vers plusieurs installations de tri pour prélever les matériaux recyclables.	<u>11</u>
	Collecte séparée des déchets composites sur les lieux de l'émission	Dirigés vers une installation de traitement mécano-biologique	<u>12</u>
Déchets du BTP	Collecte séparée des déchets composites sur les lieux de l'émission	Dirigés vers une installation de tri pour préparer les fractions utilisables.	<u>13</u>
	Collecte séparée des différents matériaux sur les lieux de l'émission	Traitement et utilisation partielle sur les lieux d'émission, le reste est dirigé vers les installations externes de traitement.	<u>14</u>

Option de traitement n° 1 : Traitement mécano-biologique des déchets résiduaire

Organigramme

Description



Les ordures ménagères, composites par nature, sont rejetées par les émetteurs des déchets dans les conteneurs prévus à cet effet. Il s'agit, ou bien de conteneurs de déchets mobiles ou bien, pour les petites quantités de déchets, de sacs standardisés parfaitement adaptés pour le ramassage des déchets sans affectation au ramassage. En général, le ramassage est effectué avec un véhicule approprié. A ce niveau, une différence est faite entre les chargeurs arrière, les chargeurs avant ou les chargeurs latéraux des différents modèles, adaptés aux conditions spécifiques du ramassage. Les déchets sont conduits directement à l'installation de traitement sur le véhicule de ramassage, technique efficace si les déplacements sont courts.

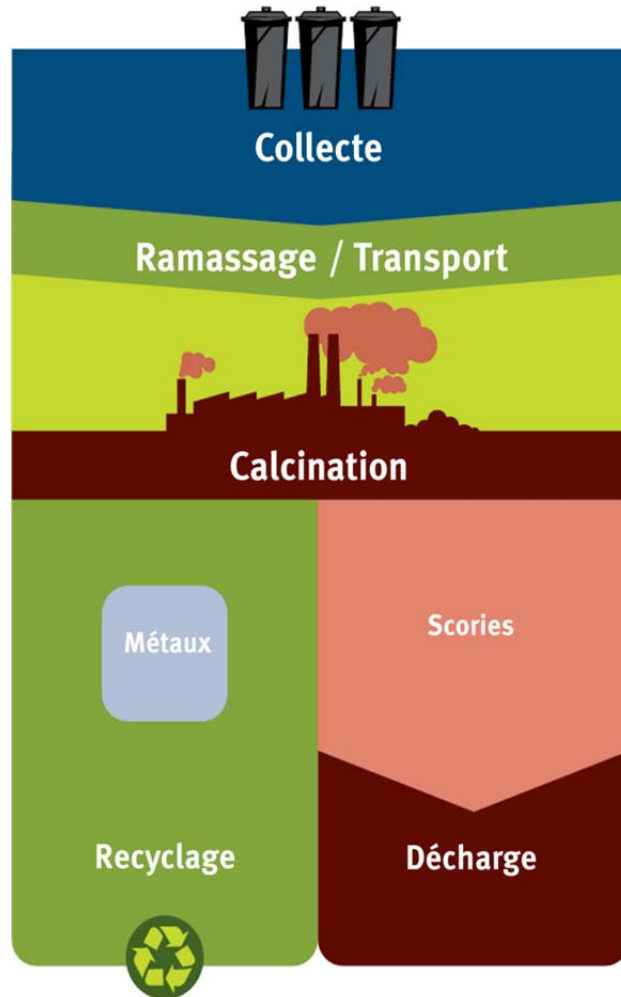
Les déchets sont ensuite traités dans une installation mécano-biologique afin d'en réduire le poids et le volume et de stabiliser les déchets avant la décharge définitive. Le traitement mécanique prélève les matériaux recyclables (principalement les métaux) et la fraction à pouvoir calorifique élevé, le traitement biologique (digesteur ou fermenteur) réalisant le séchage et la dégradation biologique des déchets avec pour conséquence, là aussi, une stabilisation du matériau. Les déchets ayant été soumis à un traitement mécano-biologique (MBT) sont inertes à la sortie et sont dirigés sur une décharge alors que les déchets qui ont été soumis à un traitement de stabilisation (MBS) sont principalement dirigés vers la calcination pour un recyclage thermique.

Les matériaux prélevés en phase de tri sont utilisés pour les diverses activités de transformation utilisant les matériaux recyclés, tandis que les matériaux stabilisés et les résidus de l'incinération peuvent être éjectés définitivement en décharge pour déchets non dangereux ou en décharge pour déchets dangereux.

Option de traitement n° 2 : Incinération des ordures ménagères

Organigramme

Description



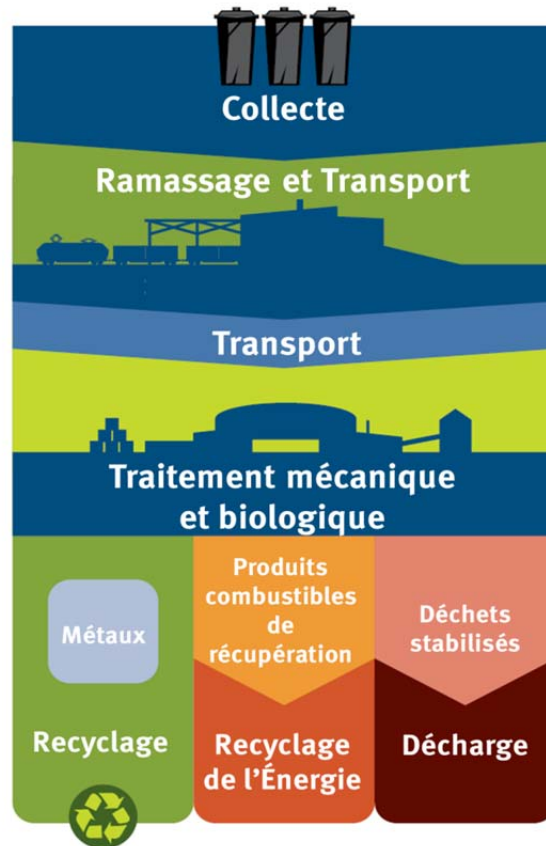
Les ordures ménagères, composites par nature, sont rejetées par les émetteurs des déchets dans les conteneurs prévus à cet effet. Il s'agit, ou bien de conteneurs de déchets mobiles ou bien, pour les petites quantités de déchets, de sacs standardisés parfaitement adaptés pour le ramassage des déchets sans affectation au ramassage. En général, le ramassage est effectué avec un véhicule approprié. A ce niveau, une différence est faite entre les chargeurs arrière, chargeurs avant ou les chargeurs latéraux des différents modèles, adaptés aux conditions spécifiques du ramassage. Les déchets sont conduits directement à l'installation de traitement sur le véhicule de ramassage, technique efficace si les déplacements sont courts.

Le traitement thermique est réalisé dans une installation d'incinération. Celle-ci est destinée à réduire le volume et la dangerosité des déchets par oxydation et minéralisation des déchets, tout en recyclant l'énergie et la chaleur. Il existe plusieurs possibilités techniques d'incinération des déchets, à savoir principalement la combustion sur grille ou l'incinération sur lit fluidisé. Le choix de la technologie utilisée dépend en particulier de la composition et des quantités de déchets. Tous les types d'incinération nécessitent un traitement d'épuration des gaz de fumée afin de les amener aux valeurs prescrites par la protection de l'environnement. L'incinération des ordures est particulièrement recommandée sur les sites où des déchets composites sont émis en quantités conséquentes et régulières et où il existe des utilisateurs potentiels pour l'énergie que fournit l'installation, cette dernière condition étant essentielle pour l'efficacité économique de l'incinération. Il faut aussi prendre en compte l'ampleur de l'investissement devant être réalisé, en général très important. Les métaux sont récupérés par recyclage des cendres, tandis que les parties de cendres et les scories provenant de la combustion sont dirigées vers les décharges pour déchets non dangereux et que les cendres volatiles et la poussière de filtre sont destinées aux décharges pour déchets dangereux.

Option de traitement n° 3 : Traitement mécanique et biologique des ordures ménagères en provenance d'un poste de transfert

Organigramme

Description



Les ordures ménagères, composites par nature, sont rejetées par les émetteurs des déchets dans les conteneurs prévus à cet effet. Il s'agit, ou bien de conteneurs de déchets mobiles ou bien, pour les petites quantités de déchets, de sacs standardisés parfaitement adaptés pour le ramassage des déchets sans affectation au ramassage. En général, le ramassage est effectué avec un véhicule approprié. A ce niveau, une différence est faite entre les chargeurs arrière, chargeurs avant ou les chargeurs latéraux des différents modèles, adaptés aux conditions spécifiques du ramassage.

Les déchets sont transportés dans les véhicules de ramassage vers un poste de transfert pour leur stockage temporaire, avant d'être réexpédiés vers une installation de traitement par transport longue distance. A l'occasion du déchargement au poste de transfert, il est possible de traiter les déchets pour en réduire le volume par compactage, afin de réduire les volumes en transit et de diminuer les coûts du transport sur de longues distances.

Pour les transports longue distance, on utilise les semi-remorques à plateau coulissant ou les châssis porte-conteneurs.

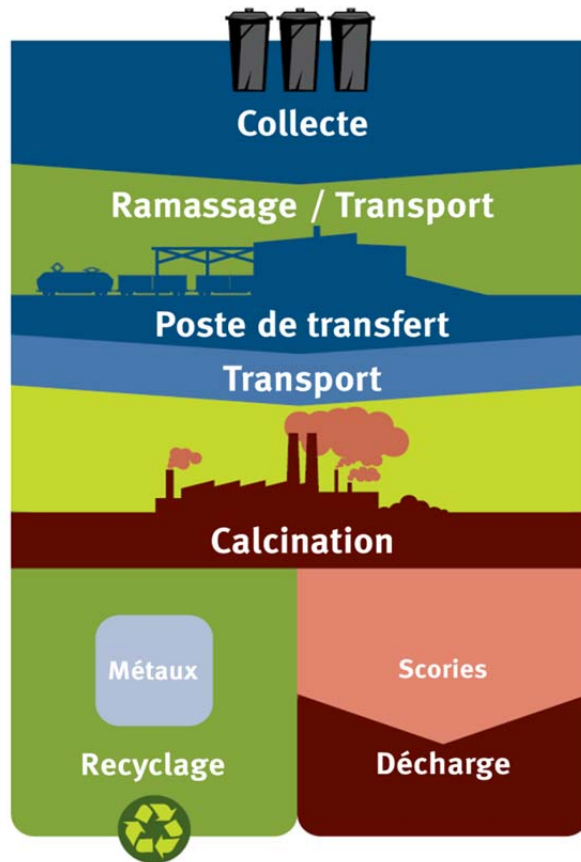
Les déchets sont pris en charge par une installation centrale de traitement biologique et mécanique située loin du site de collecte et de ramassage des déchets.

Nous avons déjà décrit les modalités de traitement mécano-biologique sous l'option de traitement n° 1. Les produits dérivés, leur utilisation éventuelle et les possibilités d'élimination des résidus du traitement sont identiques à ceux cités pour toutes les installations de traitement.

Option de traitement n° 4 : Incinération des ordures ménagères après transit par un poste de transfert

Organigramme

Description



Les ordures ménagères, composites par nature, sont rejetées par les émetteurs des déchets dans les conteneurs prévus à cet effet. Il s'agit, ou bien de conteneurs de déchets mobiles ou bien, pour les petites quantités de déchets, de sacs standardisés parfaitement adaptés pour le ramassage des déchets sans affectation au ramassage. En général, le ramassage est effectué avec un véhicule approprié. A ce niveau, une différence est faite entre les chargeurs arrière, chargeurs avant ou les chargeurs latéraux des différents modèles, adaptés aux conditions spécifiques du ramassage.

Les déchets sont transportés dans les véhicules de ramassage vers un poste de transfert pour leur stockage temporaire, avant d'être réexpédiés vers une installation de traitement par transport longue distance. A l'occasion du déchargement au poste de transfert, il est possible de traiter les déchets pour en réduire le volume par compactage, afin de réduire les volumes en transit et de diminuer les coûts du transport sur de longues distances.

Pour les transports sur longue distance, on utilise les semi-remorques à plateau coulissant ou les châssis porte-conteneurs.

Les déchets sont traités dans une installation centrale d'incinération à une distance appréciable de la circonscription de ramassage. L'incinération proprement dite fonctionne selon les mêmes principes et avec les mêmes équipements que pour l'option de traitement n° 2 pour ce qui concerne les caractéristiques de la combustion, les critères d'implantation et les coûts. Les produits dérivés, leur utilisation éventuelle et les possibilités d'élimination des résidus du traitement sont identiques à ceux cités pour toutes les installations de traitement.

Option de traitement n° 5 : Ramassage conjoint des matériaux secs et séparation sur une installation de tri

Organigramme

Description



La collecte séparée des matériaux provenant des ménages réduit considérablement les quantités de déchets devant être traitées et stockées et donne par ailleurs des matières premières très intéressantes pour le recyclage. On constate toutefois que la disponibilité des ménages de trier les déchets diminue à mesure qu'augmente de nombre des conteneurs, ce qui provoque un accroissement des frais de ramassage. Le système consistant à utiliser un conteneur pour les matériaux secs représente un instrument approprié et économique pour la collecte des matériaux. Les ménages séparent leurs déchets en deux parties qui seront ramassées séparément : 1. les matériaux secs, 2. les autres déchets.

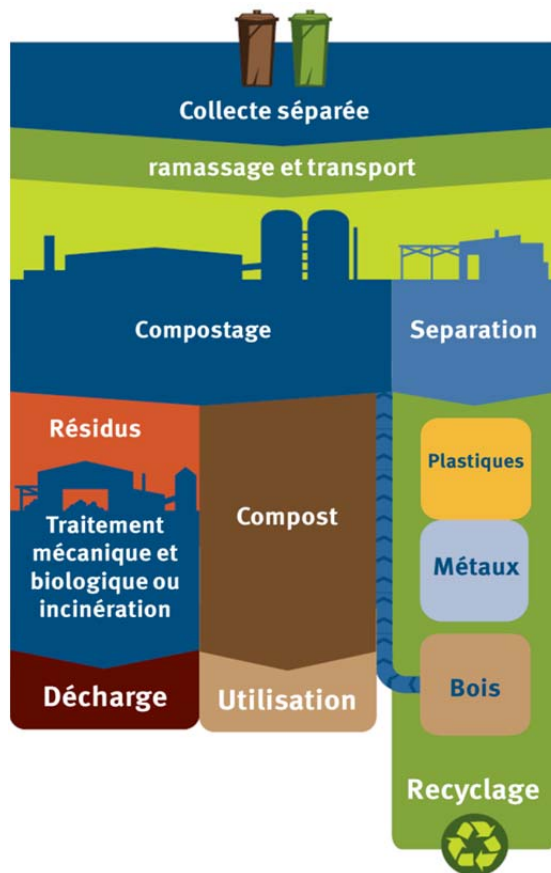
La collecte peut avoir lieu par système de ramassage des différents conteneurs (par exemple les conteneurs mobiles de déchets, les sacs standardisés et non standardisés, ou la collecte par conteneurs de dépôt). Le ramassage est assuré par des véhicules à chargement arrière ou des camions à chargement latéral. En général, les véhicules de ramassage transportent directement les déchets vers l'installation de tri. Le tri consiste à faire intervenir différents processus mécaniques de séparation des matériaux, complétés par un tri manuel et un tri semi-automatique, pour obtenir différents courants de matériaux dont la plupart sont recyclables. Les fractions les plus importantes sont ici le verre, le papier et le carton, le bois, les métaux non-ferreux ainsi que les plastiques. En fonction de la situation sur le marché, un nouveau tri des fractions papier et carton, métaux non-ferreux et plastiques, peut s'avérer intéressant. Les refus du tri peuvent être traités par les voies décrites pour l'option n° 1 ou l'option n° 2.

Comme pour les matériaux secs, les déchets de la deuxième fraction sont collectés à proximité de l'habitat. Cette fraction est traitée comme les refus du tri de manière analogue à l'option n° 1 ou l'option n° 2.

Possibilité de traitement n° 6 : Possibilité de traitement n° 6 : Compostage des déchets biologiques ramassés séparément

Organigramme

Description



Les déchets biodégradables sont collectés séparément dans des conteneurs mobiles ou, s'il s'agit de petites quantités, des sacs standardisés qui sont également utilisés pour le ramassage des déchets composites. Les véhicules de ramassage les plus courants sont les chargeurs arrière ou les chargeurs latéraux aménagés en fonction des conditions du ramassage et adaptés aux différentes conditions du ramassage. Les déchets sont conduits directement à l'installation de traitement sur le véhicule de ramassage, technique efficace si les déplacements sont courts.

Le ramassage des plus grandes quantités de déchets biodégradables, par exemple les déchets de taille en vert ou les déchets de jardins, est effectué dans des conteneurs sur roues ou des conteneurs de décantation déversés dans les véhicules de transport ou chargés directement sur remorque à plateau coulissant.

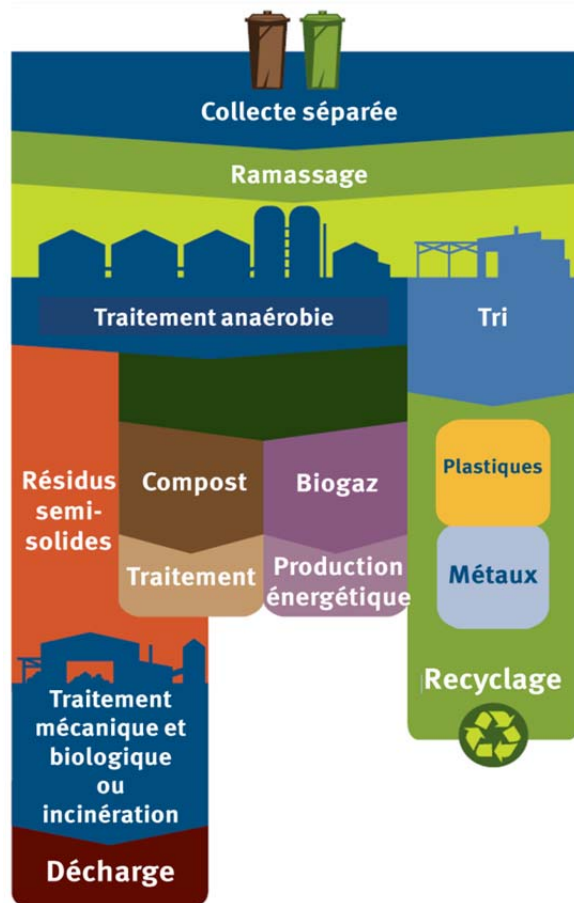
Les déchets biodégradables sont dirigés vers les installations de compostage donnant l'humus utilisé dans l'agriculture et dans d'autres secteurs. Un tri est effectué avant et après le compostage pour séparer les matériaux qui ne sont pas biodégradables et les produits résiduels de recyclage. En fonction de la place disponible et des conditions générales de fonctionnement, le compostage est réalisé en tas à ciel ouvert ou sous abri, en cycle fermé.

En plus du compost proprement dit, ce procédé donne différents produits résiduels qui sont soumis à une co-incinération industrielle dès qu'ils sont stabilisés et dirigés vers la décharge pour déchets non dangereux ou soumis à un nouveau traitement de l'option n° 1 ou de l'option n° 2. Les résidus du compostage peuvent fournir des matériaux destinés à la fabrication de couverture d'isolation de qualité des décharges.

Possibilité de traitement n° 7 : Traitement anaérobie (méthanisation) des déchets biologiques ramassés séparément

Organigramme

Description



Les déchets biodégradables sont collectés séparément dans des conteneurs mobiles ou, s'il s'agit de petites quantités, en sacs standardisés qui sont également utilisés pour le ramassage des déchets composites. Les véhicules de ramassage les plus courants sont les chargeurs arrière ou les chargeurs latéraux aménagés en fonction des conditions du ramassage et adaptés aux différentes conditions du ramassage. Les déchets sont conduits directement à l'installation de traitement sur le véhicule de ramassage, technique efficace si les déplacements sont courts.

Le ramassage des plus grandes quantités de déchets biodégradables, par exemple les déchets de taille en vert ou les déchets de jardins, est effectué dans des conteneurs sur roues ou des conteneurs de décantation déversés dans les véhicules de transport ou chargés directement sur remorque à plateau coulissant.

Les déchets biologiques sont dirigés vers un traitement anaérobie par fermentation sèche ou humide. Le processus anaérobie consiste à décomposer le matériau organique sous atmosphère sans oxygène et obtenir le méthane utilisé pour la production d'énergie. Un tri mécanique est effectué avant le traitement anaérobie pour séparer les matériaux qui ne sont pas biodégradables et les matériaux pouvant être recyclés.

Après avoir donné le méthane, les déchets doivent être soumis à une phase de compostage ou un traitement biologique supplémentaire (uniquement étage de traitement mécano-biologique), en particulier pour conditionner les résidus semi-solides qui seront ensuite orientés vers un stockage définitif en décharge.

Les possibilités d'élimination et de traitement des résidus ainsi obtenus sont les mêmes que celles qui ont été présentées sous la possibilité de traitement de l'option n° 6.

Possibilité de traitement n° 8 : Ramassage des emballages composites suivi d'un tri

Organigramme

Description



On enregistre une croissance exponentielle pour ce qui concerne les emballages très différents. Les emballages sont faits de matériaux extrêmement divers dont la plupart peuvent être recyclés, ce qui explique qu'en règle générale, les emballages rejetés sont collectés séparément. Les technologies de tri utilisées actuellement permettent de séparer les différents matériaux pour préparer le recyclage et autorisent donc la collecte des emballages composites.

On utilise pour le ramassage des emballages perdus en provenance des ménages (système de collecte) des conteneurs mobiles, des sacs standardisés ou non. La collecte de ces déchets est réalisée au moyen de conteneurs de décantation spécialement modifiés à cet effet ou de conteneurs de stockage. Les emballages perdus ainsi collectés sont transportés au moyen de véhicules appropriés (chargeurs arrière ou chargeurs latéraux). Les chargeurs avant sont utilisés pour les conteneurs de grande capacité (>1000 l). Les différents types de véhicules entièrement aménagés en fonction des conditions du ramassage sont actuellement disponibles sur le marché, par exemple les châssis de roulement et les équipements de chargement pour les conteneurs à grande capacité et les conteneurs de dépôt. On trouve ainsi des camions équipés de systèmes à plateau pour conteneurs mobiles ou de semi-remorques à plateau coulissant. Les emballages ainsi ramassés sont transportés directement vers une installation de tri.

Une séparation entre différentes fractions de matériaux y est effectuée sur des presses de tri, procédure entièrement automatique ou faisant intervenir un tri manuel. Les utilisateurs en aval fixent leurs exigences quant à la nature des matériaux ainsi obtenus. Les produits du tri sont fortement tributaires de la qualité et de la nature même des équipements des installations de tri. En général, il s'agit des fractions commercialisables de verre, de métaux ferreux et non ferreux et de plastiques.

Les résidus sont constitués des fractions indésirables et inutilisables qui seront traitées selon les techniques de co-incinération industrielle ou l'option n° 1 ou l'option n° 2.

Possibilité de traitement n° 9 : Ramassage séparé des matériaux d'emballage aménagé pour améliorer le résultat de recyclage

Organigramme

Description



On enregistre une croissance exponentielle pour ce qui concerne les emballages très différents. Les emballages sont faits de matériaux extrêmement divers dont la plupart peuvent être recyclés, ce qui explique qu'en règle générale, les emballages rejetés sont collectés séparément. La séparation des déchets d'emballage est particulièrement recommandée pour obtenir une meilleure commercialisation, de meilleurs résultats de recyclage et une réduction des coûts du tri.

On utilise pour la collecte séparée des emballages perdus des conteneurs mobiles identifiables (par exemple à leur couleur) ou des sacs standardisés ou non, avec des déchetteries, des conteneurs de dépôt ou des points de collecte spécialement aménagés pour la collecte. À l'usage, les systèmes de reprise des emballages et de recyclage en conteneurs sur roues ou conteneurs type benne se sont avérés très efficaces. Pour le ramassage à proximité des habitations, on utilise des chargeurs arrière ou des chargeurs latéraux, les chargeurs avant étant réservés aux grands conteneurs (>1100 l). Le ramassage est effectué par des systèmes à plateau pour conteneurs mobiles ou des semi-remorques à plateau coulissant.

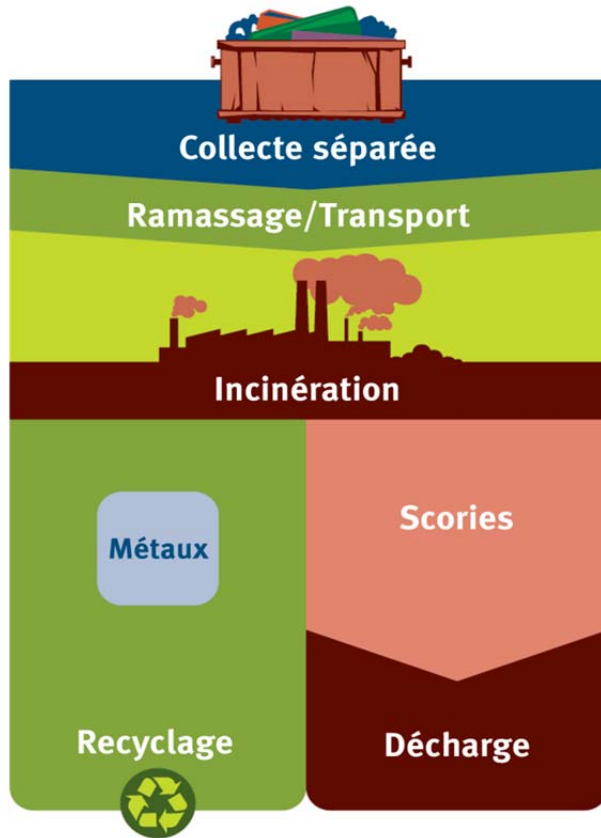
Les emballages ainsi ramassés sont transportés directement vers une installation de tri pour vieux papiers, verre, emballages légers est constitué de différentes procédures mécaniques et de techniques mixtes ayant pour but de donner des matériaux dans lesquels l'essentiel des substances indésirables et toxiques a été éliminé et de produire des fractions de recyclage finies.

Les résidus sont constitués des fractions indésirables et inutilisables qui seront traitées selon les techniques de co-incinération industrielle ou l'option n° 1 ou l'option n° 2.

Possibilité de traitement n° 10 : Incinération des déchets encombrants ramassés séparément

Organigramme

Description



Les déchets encombrants des ménages, de l'industrie et du commerce sont constitués de bois pour l'essentiel. Pour la collecte et le transport vers les installations de traitement, on utilise, en fonction de la dimension des déchets, des conteneurs sur roues ou des conteneurs type benne. Il est aussi possible de déposer les déchets encombrants sur certains points en bordure de la chaussée (présentés en vrac) ou à des points de collecte centralisés. Les déchet-teries spécialisées sont ici particulièrement importantes.

Les déchets encombrants sont ramassés par des chargeurs arrière. Il existe plusieurs types de véhicules pour les différents modèles de conteneurs, on trouve ainsi des camions à plateau pour conteneurs mobiles ou des semi-remorques à plateau coulissant.

L'incinération représente pour les déchets encombrants une technique prioritaire puisqu'ils sont constitués pour la plus grande partie de matériaux combustibles.

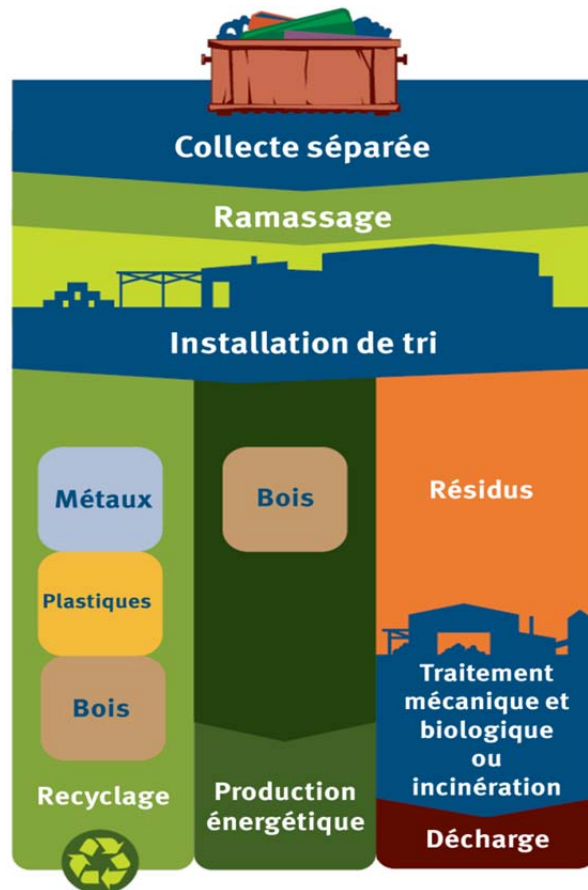
Les déchets seront transportés directement à l'installation d'incinération s'il en existe une à une distance raisonnable des points de ramassage. Avant le chargement des chambres de combustion, les déchets sont soumis à un traitement mécanique pour en éliminer les substances parasites (par exemple les grosses pièces métalliques) et pour préparer la combustion (par concassage dans la plupart des cas). Le bois et certains plastiques servent de combustible pour la production d'énergie ou dans la co-incinération industrielle.

L'incinération est réalisée principalement par la combustion sur grille. D'autres produits résiduels de l'incinération résultent de l'option 2.

Possibilité de traitement n° 11 : Ramassage et tri des déchets encombrants

Organigramme

Description



Les déchets encombrants des ménages, de l'industrie et du commerce sont constitués de bois pour l'essentiel. Pour la collecte et le transport vers les installations de traitement, on utilise, en fonction de la dimension des déchets, des conteneurs sur roues ou des conteneurs type benne. Il est aussi possible de déposer les déchets encombrants sur certains points en bordure de la chaussée (présentés en vrac) ou à des points de collecte centralisés. Les déchetteries spécialisées sont ici particulièrement importantes.

Les déchets encombrants sont ramassés par des chargeurs arrière. Il existe plusieurs types de véhicules pour les différents modèles de conteneurs, on trouve ainsi des camions à plateau pour conteneurs mobiles ou des semi-remorques à plateau coulissant.

Les déchets traités dans une installation de tri sont triés pour en prélever les matériaux de recyclage, par exemple le bois, les métaux, le verre et différents types de plastiques, et pour récupérer les produits réutilisables.

Le tri est réalisé par différentes procédures mécaniques pouvant nécessiter, le cas échéant, l'intervention d'un travail manuel. Le concassage à la réception des matériaux facilite le tri. Les métaux, les plastiques et le bois sont recyclés (le bois par exemple pour la fabrication de panneaux de particules). Le bois et certains plastiques servent de combustible pour la production d'énergie ou dans la co-incinération industrielle.

Les résidus inutilisables sont soumis aux mêmes traitements que pour l'option n° 2.

Possibilité de traitement n° 12 : Traitement mécanique et biologique des déchets encombrants ramassés séparément

Organigramme

Description



Les déchets encombrants des ménages, de l'industrie et du commerce sont constitués de bois pour l'essentiel. Pour la collecte et le transport vers les installations de traitement, on utilise, en fonction de la dimension des déchets, des conteneurs sur roues ou des conteneurs type benne. Il est aussi possible de déposer les déchets encombrants sur certains points en bordure de la chaussée (présentés en vrac) ou à des points de collecte centralisés. Les déchetteries spécialisées sont ici particulièrement importantes.

Les déchets encombrants sont ramassés par des chargeurs arrière. Il existe plusieurs types de véhicules pour les différents modèles de conteneurs, on trouve ainsi des camions à plateau pour conteneurs mobiles ou des semi-remorques à plateau coulissant.

Les installations de traitement mécano-biologique des déchets produisent un combustible secondaire. Les déchets encombrants sont avant tout destinés à un traitement de stabilisation mécanique et biologique.

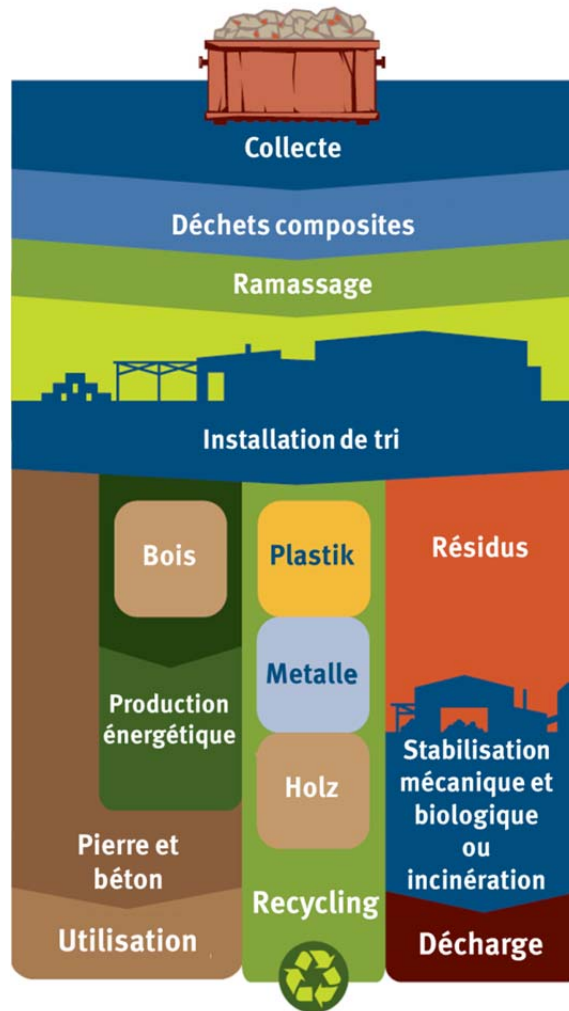
La partie mécanique de cette procédure, consistant à concasser les déchets, est la plus importante de ce cycle. Les matériaux ne pouvant pas être concassés (en particulier les métaux) sont séparés des déchets. Une fraction de forte valeur calorifique issue du flux de matériaux donne un combustible de récupération. Cette fraction obtenue par traitement biologique de stabilisation peut être mélangée aux matériaux secs de capacité calorifique élevée pour donner un combustible de récupération. Les combustibles de récupération remplacent les combustibles conventionnels dans le cycle de combustion de la co-incinération industrielle (par exemple dans les cimenteries et les centrales thermiques) ou sont utilisés dans des installations de production d'énergie spécifiques. Les combustibles de récupération sont éventuellement compactés en fonction des exigences techniques.

Les matériaux prélevés (métaux) sont utilisés pour les diverses activités de transformation faisant intervenir les matériaux recyclés, tandis que les résidus de l'incinération peuvent être éjectés définitivement en décharge pour déchets non dangereux.

Possibilité de traitement n° 13 : Ramassage et tri des déchets composites du bâtiment et de démolition

Organigramme

Description



Les déchets du bâtiment et de démolition sont encombrants et pondéreux ; ils proviennent d'activités spécifiques, indépendamment des autres courants de déchets. Les déchets sont composés d'une forte proportion de minéraux auxquels s'ajoutent le bois, les plastiques et de plus en plus les matériaux composites. Les possibilités d'une mise en place d'un tri sur le lieu de l'émission sont souvent très limitées, rendant donc nécessaires le ramassage des déchets composites et leur traitement subséquent.

Les contenants utilisés pour la collecte et le ramassage sont fonction des quantités de matériau et des conditions sur le chantier ; en général, il s'agit de conteneurs de grande capacité, par exemple des benes et des conteneurs sur roues ou des sacs à soufflets. Les conteneurs sont transportés sur des véhicules avec châssis adapté et équipements de chargement et sur plateaux simples ou des véhicules à plateau appropriés. On peut utiliser aussi des porte-conteneurs mobiles et des semi-remorques à plateau coulissant.

Les déchets sont dirigés vers les installations de tri mobiles, semi-stationnaires et stationnaires, équipées des groupes appropriés pour le concassage, le triage, la classification d'intrants composites.

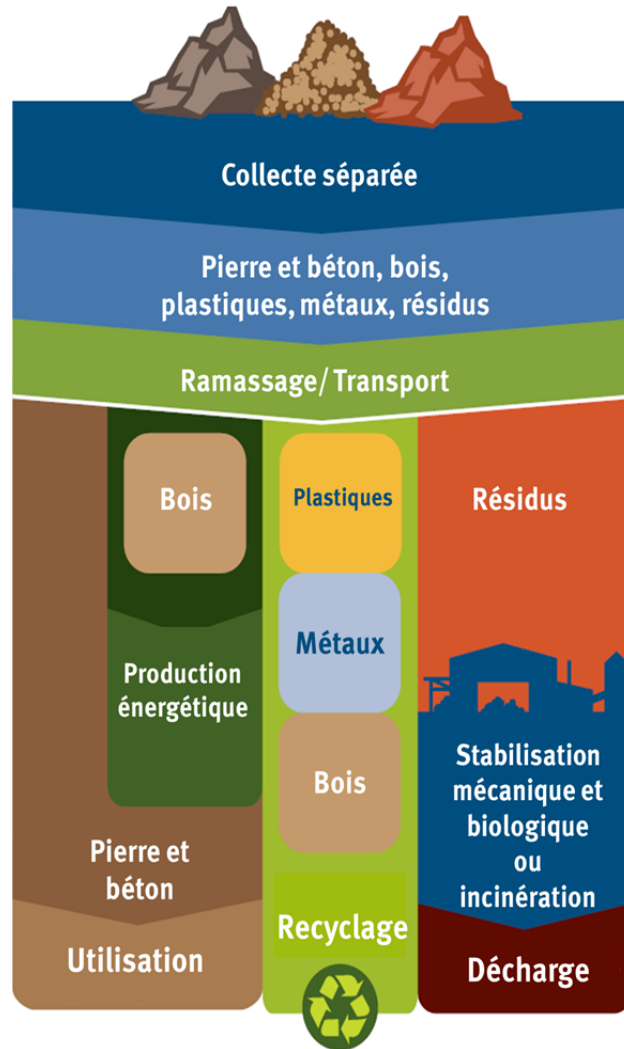
Les métaux peuvent être parfaitement recyclés, les matériaux inflammables séparés et des fractions de minéraux de différente qualité produites. Les minéraux peuvent être soumis à un recyclage des matériaux de construction, tandis que les mélanges de matériaux inflammables sont destinés à la laco-incinération industrielle ou la combustion sur grille.

Les différents résidus stabilisés en provenance des différents types de traitement sont entreposés en décharge contrôlée. Les matériaux impropres au recyclage peuvent être entreposés en décharge pour déchets non dangereux ou appliqués comme substitution dans les décharges ; les minéraux sont destinés aux décharges inertes.

Possibilité de traitement n° 14 : Ramassage des déchets du bâtiment et de démolition séparés

Organigramme

Description



Les déchets du bâtiment et de démolition sont encombrants et pondéreux ; ils proviennent d'activités spécifiques, indépendamment des autres courants de déchets. Les déchets sont composés d'une forte proportion de minéraux auxquels s'ajoutent le bois, les plastiques et de plus en plus les matériaux composites. La quantité de déchets de construction ou de démolition récupérables, la qualité des matériaux secondaires et leur exploitation peuvent être sensiblement favorisées par un ramassage séparé à la source des différents déchets du bâtiment ou matériaux.

Une bonne gestion du chantier et un démontage sélectif constituent les conditions fondamentales indispensables en la matière. On utilise en général des conteneurs de grande capacité, par exemple des bennes et des conteneurs sur roues ou des sacs à soufflets pour réaliser le ramassage séparé. Les fractions ainsi récupérées sont le bois traité (par ex. peint, vernis, imprégné), les métaux, les plastiques, divers composants inflammables et différentes parties (par exemple les briques, le béton, la céramique) et celles directement recyclables.

Il est extrêmement important de réaliser à ce niveau la séparation des matériaux contaminés (par exemple les matériaux présentant une forte concentration d'hydrocarbures aromatiques polycycliques) des autres déchets. Pour le démantèlement des sites industriels, il faut aussi prendre les mesures appropriées pour récupérer séparément les matériaux toxiques (par exemple les graisses, les carburants, les liquides frigorigènes).

Les fractions de déchets sont enlevées et transportées sur des véhicules avec châssis et équipements adaptés pour les différents modèles de conteneurs ou des véhicules à plateau appropriés. On peut utiliser aussi des porte-conteneurs mobiles et des semi-remorques à plateau coulissant.

Les matériaux récupérés sont réutilisés directement sur le site ou recyclés, une procédure qui doit être privilégiée. Le traitement et la gestion des fractions qui en résultent sont identiques à ceux indiqués sous l'option n° 13.

Application des différentes possibilités d'élimination des déchets en fonction des conditions locales

Scénarios de maîtrise des déchets d'agglomération dans les circonscriptions typiques

Les scénarios présentés ci-dessous sont conçus comme une aide à la prévision et à la décision par la présentation de plusieurs types de traitement des déchets provenant des principaux circuits de ramassage des circonscriptions communales et de l'impact des particularités locales sur le choix des techniques. Les différentes possibilités techniques de traitement des déchets des circonscriptions communales sont combinées pour donner un projet global de maîtrise de tous les déchets, en fonction des conditions locales et des nécessités territoriales.

Le résultat en est une aide à l'orientation pour la prévision de la maîtrise des déchets pour les différentes parties prenantes, leur donnant les moyens de mettre au point des projets, des structures et des solutions techniques pour traiter et recycler la production des déchets le plus efficacement possible, au moindre coût, et dans le respect de l'environnement, en fonction des buts généraux qu'ils se proposent et des prescriptions de la réglementation nationale.

Nous avons retenu pour ces différents scénarios quatre structures régionales qui sont les plus courantes. Les projets de maîtrise des déchets produits dans ces circonscriptions sont les suivants :

- **Scénario A** structure de type quasi-urbain avec principalement des agglomérations de moyenne importance et des sites de peuplement pré-urbain, séparés les uns des autres par des terres à vocation agricole principalement ou par des terres à vocation agricole parsemées.

Scénario B structure urbaine typique de la grande ville avec habitations côte à côte, zones de peuplement de forte concentration, de forte proportion d'établissements et d'aires industrielles et commerciales.

- **Scénario C** structure quasi-urbaine à rurale constituée de petites villes moyennes disséminées, de villages et de hameaux dans des régions à vocation essentiellement agricole.

- **Scénario D** structures fortement ruralisées composée de villages éparpillés et de fermes isolées avec ici et là des activités touristiques et différentes infrastructures d'équipements collectifs.

L'ensemble des activités impliquées par la maîtrise des déchets est examinée en fonction des particularités régionales pour chaque scénario, avec justification du choix de certaines techniques de traitement des déchets et les équipements afférents.

Dans les différents scénarios et descriptions des sites, nous avons considéré que certaines structures essentielles d'une maîtrise des déchets de type intégré existent déjà et que les mesures dans ce sens sont appliquées. Il s'agit principalement des établissements pouvant être intéressés par l'utilisation des matériaux de recyclage, principalement dans le secteur de l'emballage (recyclage des matériaux d'emballage) et qui sont à même de mettre à profit les points de concentration institutionnels ou non pour les matériaux en provenance de la maîtrise des déchets. Nous considérons également qu'il existe une certaine expérience ou projets pilotes pour la séparation et le ramassage séparé des déchets. Les différents projets de maîtrise des déchets doivent reposer sur ces ressources et s'en servir comme base de départ et de références pour une application généralisée.

Le bilan des modèles de maîtrise des déchets qui fonctionnent le mieux dans le monde montre que les connaissances de terrain et la prise en compte des conditions et des ressources constituent des facteurs de succès pour la maîtrise des déchets dans les différentes circonscriptions territoriales.

Exemples de scénarios de traitement des déchets.

Scénario A Structures de type quasi-urbain Nombreuses villes de moyenne importance et agglomérations de type urbain, prédominance des activités agricoles dans les zones intermédiaires				
Ordures ménagères	Déchets biologiques	Déchets d'emballage d'emballage	Déchets encombrants	Déchets construction et démolition
TRAITEMENTS POSSIBLES (options choisies)				
<u>1</u>	<u>6 et 7</u>	<u>5 ou 8</u>	<u>11 ou 12</u>	<u>14</u>
COLLECTE – Scénario C				
Conteneurs mobiles (conteneur à déchets grande capacité (MGB)) « Sac à déchets » :	Conteneurs mobiles (conteneur à déchets grande capacité (MGB))	« Sac à déchets » : « MGB » « Conteneurs de dépôt »	« Conteneurs sur roues » « Conteneurs de décantation »	« Conteneurs sur roues » « Conteneurs de décantation » « Sacs à soufflets »
Explications : - La situation initiale justifie la collecte et le traitement séparés des déchets biologiques dans ce type de région : grandes quantités de déchets biodégradables, marché potentiel pour le compost et accessibilité relativement bonne d'une grande partie des émetteurs de déchets. Comme pour les ordures ménagères, la collecte sera réalisée principalement au moyen de conteneurs mobiles appropriés. Les sacs plastiques de faible résistance peuvent également créer des difficultés si la périodicité de ramassage est basse, avec risque de destruction, nuisances hygiéniques et esthétiques et présenter, notamment avec risque de destruction et nuisances hygiéniques et esthétiques. - Il est possible de stimuler la séparation des déchets biologiques et des ordures ménagères proprement dites par un système de redevances modulées. en fixant à cet effet un taux moins élevé pour les déchets biologiques ou par une réduction proportionnelle de la redevance pour les autres déchets. - Une partie des ménages peut réaliser le compostage à domicile pour réduire les déchets organiques émis et donc la redevance. Les structures à dominante largement rurale offrent davantage de possibilités en matière de compostage à domicile et d'utilisation des déchets de cuisine comme aliments pour animaux, si bien que la collecte séparée des déchets biologiques devient inutile.		Explications : - Le système doit assurer le ramassage séparé des vieux papiers, cartons et du verre dans des conteneurs de dépôt centralisés. Les autres possibilités consistent à entretenir des déchèteries et des postes pour la réception de ces matériaux et d'autres matériaux et de les stocker jusqu'à l'enlèvement. - La collecte des emballages légers en grande quantité sera également réalisée au moyen de conteneurs distincts appropriés. - Les emballages légers et les autres matériaux seront collectés ensemble, compte tenu de l'émission relativement faible des déchets et des distances devant être parcourues. La formule rationnelle est constituée par les sacs que les ménages déposent en bordure de la chaussée les jours de ramassage. Les conteneurs mobiles et même les conteneurs de dépôt seront utilisés dans les zones de plus grande densité de population et d'habitat. - Les déchets encombrants et les déchets de construction et de démolition seront déposés dans des conteneurs sur roue ou des conteneurs de décantation mis à disposition sur appel et ramassés séparément.		
RAMASSAGE ET TRANSPORT – Scénario A				
Ordures ménagères	Déchets biologiques	Déchets d'emballage BTP	Déchets encombrants	Déchets construction et démolition
« Chargeurs arrière » « Chargeurs latéraux »		« Chargeurs arrière » « Chargeurs latéraux »	« Chargeurs arrière »*, « Conteneurs sur roues » « Conteneurs de décantation »	« Conteneurs sur roues » « Conteneurs de décantation »

<p>Explications :</p> <ul style="list-style-type: none"> - L'étroitesse des rues dans les villes explique pourquoi les chargeurs arrière constituent la meilleure solution pour le ramassage. Par contre, du fait de la faible demande de main-d'œuvre, les camions à chargement latéral sont recommandés dans les parties d'agglomération ayant des voies plus large et dans les lotissements de maisons familiales. - Les quantités de déchets ramassés sont telles dans ces circonscriptions qu'il est conseillé de construire et d'exploiter et de rentabiliser des installations de traitement appropriées sur place avec livraison directe par les véhicules de transport. 	<p>Explications :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pour le transport des déchets encombrants, des déchets de construction et de démolition, les véhicules conseillés sont ceux qui prennent en charge les conteneurs sur roues et les conteneurs de décanation. <p><i>*) dans la mesure où il y a dépôt en bordure de la voie publique, en vrac)</i></p>
---	--

TRAITEMENT – Scénario A

Ordures ménagères	Déchets biologiques	Déchets d'emballage BTP	Déchets encombrants	Déchets construction et démolition
<p>« <u>Traitement mécano-biologique</u> » en association avec l'utilisation des fractions de combustible de substitution produites pour la « <u>Co-incinération industrielle</u> »</p>	<p style="text-align: center;">« <u>Compostage</u> » « <u>Fermentation anaérobie</u> »</p>	<p>« <u>Tri des emballages légers</u> »</p>	<p>« <u>Tri des déchets encombrants</u> »</p>	<p>« <u>Tri ou utilisation directe</u> »</p>
<p>Explications :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le <u>traitement mécano-biologique</u> devrait pouvoir s'établir relativement bien, du fait qu'il offre plus d'espace et qu'il est souvent mieux accepté que les sites d'incinération de déchets. - La fermentation sera retenue comme technique de traitement biologique ouvrant ainsi la possibilité de développer des synergies efficaces entre différents flux de déchets (parmi lesquels on trouve également les lisiers et les boues de décanation) et de mettre en commun leur potentiel énergétique. 	<p>Explications :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Compte tenu de l'expérience acquise et des débouchés relativement bons pour le compost, le <u>compostage</u> et/ou les procédés de fermentation sont également bien acceptés. - Pour le traitement subséquent des résidus issus des procédés correspondants, la disponibilité des capacités du traitement mécano-biologique est un avantage. 	<p>Explications :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les matériaux d'emballage et autres matériaux recyclables collectés seront dirigés vers les installations de tri et de traitement où a lieu la séparation en plusieurs courants de matériaux en fonction des marchés d'écoulement et des possibilités de transformation. S'il existe sur place des opérateurs pour le traitement direct des vieux papiers et du verre (papeteries et verreries), il sera recommandé de pratiquer une collecte séparée de ces matériaux de recyclage et la livraison directe. - Les déchets encombrants seront soumis à un tri de type positif, c'est-à-dire que l'on retiendra uniquement les matériaux pour lesquels existe une forte demande ou qui peuvent être traités directement sur place (par exemple les métaux, les déchets de bois pour la fabrication de panneaux de particules). Il est aussi possible de diriger tous les matériaux vers le traitement mécano-biologique, où ont lieu le tri des matériaux recyclables et le prélèvement des fractions pour le traitement thermique. 		

Décharge des déchets – Scénario A

Restes traités et non récupérables

Ordures ménagères	Déchets biologiques	Déchets d'emballage BTP	Déchets encombrants	Déchets construction et démolition
<p style="text-align: center;">« <u>Décharge pour déchets non dangereux</u> » « <u>Décharges de déchets inertes</u> »</p>				<p>« <u>Décharges de déchets inertes</u> »</p>

Explications :

- Tous les résidus provenant du traitement peuvent être transférés en décharge en respectant les critères définis. Suite à la réduction des quantités devant être stockées en provenance du traitement mécano-biologique et donc des courtes distances à parcourir, il est possible d'envisager une décharge centrale pour déchets non dangereux qui rayonnera sur une large circonscription.
- Les décharges de matériaux inertes servent pour le stockage transitoire des déchets minéraux de la construction et de la démolition et les déblais d'excavation jusqu'à leur traitement et leur valorisation ultérieurs.
- Les déchets contenant des matériaux polluants sont dirigés vers l'installation la plus proche équipée pour ce traitement.

Scénario B
Structure territoriale centre-ville
 Agglomération dans la plupart des cas de type compact et réunion de zones d'habitation à forte densité et nombreuses activités industrielles et commerciales

Ordures ménagères	Déchets biologiques	Déchets d'emballage BTP	Déchets encombrants	Déchets construction et démolition
TRAITEMENTS POSSIBLES (options choisies)				
2		9	10	13

COLLECTE – Scénario B

« <u>Conteneurs à déchets grande capacité MGB</u> » « <u>Système d'identification</u> »	Pas de collecte séparée ; collectés en conteneurs pour des ordures ménagères et mis à disposition	« <u>Conteneurs de dépôts</u> » « <u>Conteneurs à déchets grande capacité MGB</u> »	« <u>Conteneurs sur roues</u> » « <u>Conteneurs de décantation</u> »	« <u>Conteneurs sur roues</u> » « <u>Conteneurs de décantation</u> » « <u>Sacs à soufflets</u> »
--	---	--	---	--

<p>Explications :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le ramassage séparé des déchets biologiques et des résidus n'est pas recommandée, par suite de la possibilité d'incinération, de la qualité médiocre de la séparation des déchets, du manque de place disponible pour les conteneurs de collecte et du stockage temporaire réalisé par les conteneurs de collecte et du stockage temporaire réalisé par les ménages. Il convient cependant de vérifier et de déterminer la faisabilité d'une collecte séparée des déchets biologiques pour l'envisager à long terme. - La composition des déchets, les considérations d'hygiène et d'esthétique plaident pour l'utilisation de <u>conteneurs mobiles</u> pour le ramassage des ordures ménagères. En liaison avec ceux-ci, il est possible d'appliquer <u>une technique d'identification</u> pour le prélèvement de la taxe de ramassage et la rationalisation des circuits de ramassage. - Par suite du manque de place dans les zones construites, on utilise les <u>conteneurs de dépôt</u> installés sur des places centrales (centres d'achat, parkings, etc.) et autres lieux d'accès facile, pour la collecte séparée des matériaux tels que les vieux papiers et le carton, le verre, les matériaux d'emballage des ménages, de l'industrie et du commerce. - Les déchèteries et les points de ramassage sont de précieux auxiliaires pour la collecte séparée des déchets sur les points de démission et le ramassage séparé des matériaux. 	<p>Explications :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les déchets de construction et de démolition sont collectés séparément en vrac et sont ramassés sur appel. Les <u>grands sacs à soufflets</u> constituent une bonne solution pour la collecte, compte tenu du manque de place. Là où il y a des aires suffisantes, il est possible d'utiliser les <u>conteneurs sur roues</u> ou les <u>conteneurs de décantation</u>. Le recyclage direct des matériaux est recommandé pour les travaux d'assainissement et de restauration mais devient impossible pour les grands chantiers de construction. Les quantités de déchets de construction et de démolition attendues sont telles qu'il est conseillé de créer de grandes installations fixes avec tri dans lesquelles les différentes fractions seront séparées et recyclées.
--	---

RAMASSAGE ET TRANSPORT – Scénario B

Ordures ménagères (y compris les déchets biodégradables)	Déchets d'emballage BTP	Déchets encombrants	Déchets construction et démolition
« <u>Chargeurs arrière</u> » « <u>Chargeurs avant</u> » « <u>Chargeurs latéraux</u> »	« <u>Chargeurs arrière</u> »*, « <u>Conteneurs sur roues</u> » « <u>Conteneurs de décantation</u> »		« <u>Conteneurs sur roues</u> » « <u>Conteneurs de décantation</u> »

Explications :

- A l'intérieur des villes, la circulation automobile dans la journée est si intense que les véhicules de ramassage éprouvent de grandes difficultés et ne trouvent pas de place à proximité de la chaussée. Il faut donc utiliser pour le ramassage des déchets des véhicules d'une grande souplesse d'adaptation, par exemple les chargeurs arrière. Les camions à chargement latéral seront utilisés dans les zones de densité de construction moins forte, dans les lotissements linéaires de maisons familiales et dans les grandes zones d'activités. Pour ces dernières, il est aussi possible de faire intervenir des véhicules à chargement avant.
- Tous les véhicules de ramassage mentionnés ici peuvent transporter directement les déchets vers les installations de traitement du fait que les distances sont relativement faibles.
- Les déchets de construction et de démolition encombrants et les matériaux stockés dans les conteneurs de dépôt et les déchèteries sont transportés par des camions à plancher aménagé dans des conteneurs sur roues et des conteneurs de décantation.

**) dans la mesure où les matériaux sont disponibles en vrac en bordure de la chaussée)*

TRAITEMENT – Scénario B

Ordures ménagères (y compris les déchets biodégradables)	Déchets d'emballage BTP	Déchets encombrants	Déchets construc- tion et démolition
« <u>Incinération sur grille</u> » « <u>Combustion en lit fluidisé</u> » Ou bien : « <u>Traitement et stabilisation mécano-biologiques</u> » en association avec l'utilisation des fractions de combustible de substitution produites pour la « <u>Co-incinération industrielle</u> »	« <u>Tri des vieux papiers</u> » « <u>Tri des déchets de verre</u> » « <u>Tri des emballages légers</u> »	« <u>Tri des déchets encombrants</u> » « <u>Incinération sur grille</u> »	<u>Tri ou réutilisation directe</u>

<p>Explications :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lorsque les quantités collectées et la composition des déchets le justifient, la création d'une installation d'incinération est une solution économique et efficace. Les ordures ménagères composites et les nombreux résidus provenant des différents traitements d'autres déchets donnent un bon combustible pour l'<u>incinération sur grille</u>. La <u>combustion en lit fluidisé</u> est une option appropriée spécifique pour les déchets industriels et commerciaux, les boues de décantation et pour les ordures ménagères ayant subi un traitement primaire. L'énergie et la vapeur produites servent pour alimenter les réseaux d'approvisionnement. - Là où certaines circonstances l'exigent (par exemple résistance insurmontable de la population opposée à l'incinération des déchets) et où les conditions existent pour un suivi de traitement il est possible de recourir au <u>traitement mécano-biologique des déchets</u> pour réaliser la stabilisation. Celui-ci est envisagé en particulier lorsque les capacités adaptées à la co-incinération industrielle (cimenterie/papeterie par ex.) existent à proximité. 	<p>Explications :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le ramassage séparé des déchets recyclables en association avec les techniques de traitement appropriées alimente puissamment les industries en produits de recyclage. Ces produits trouvent de larges débouchés compte tenu de la consommation élevée dans la circonscription et de l'intensité des activités économiques. Les résidus seront dirigés vers l'incinération. - Les installations de traitement et les équipements mobiles donnent des taux de recyclage élevés pour les déchets encombrants du bâtiment et de démolition eux aussi Les déchets qui ne peuvent pas être recyclés directement sont dirigés vers le traitement, les déchets non recyclables vers l'incinération.
--	--

DÉCHARGE – Scénario B

Restes traités et non récupérables			
Ordures ménagères (y compris les déchets biodégradables)	Déchets d'emballage BTP	Déchets encombrants	Déchets construc- tion et démolition
« <u>Décharge pour déchets non dangereux</u> » « <u>Décharge pour déchets dangereux</u> »			« <u>Décharges de déchets inertes</u> »

Explications :

- Malgré la réduction significative des quantités de déchets émis grâce aux techniques de recyclage et aux traitements en aval, calcination comprise, il reste nécessaire d'installer et d'exploiter une décharge pour déchets non dangereux dans la circonscription. Les sites retenus seront situés à la périphérie large des villes, à un éloignement suffisant, de manière à ce qu'ils puissent servir aussi pour les régions voisines (dans le cas de circonscriptions quasi-urbaine).
- La décharge sera complétée par différentes capacités de stockage des déchets et les déchets contenant des polluants, de manière à maîtriser les scories, les cendres et les poussières de filtration provenant de l'incinération en respectant les contraintes environnementales et sans nécessiter de longs déplacements pour le transport.

Scénario C				
Structure territoriale quasi-urbaine à rurale Villes petites et moyennes disséminées, forte proportion de villages dans une région à dominante rurale				
Ordures ménagères	Déchets biologiques	Déchets d'emballage BTP	Déchets encombrants	Déchets construction et démolition
TRAITEMENTS POSSIBLES (options choisies)				
<u>3</u>		<u>8</u>	<u>11</u> ou <u>12</u>	<u>14</u>
COLLECTE – Scénario C				
Conteneurs mobiles (conteneur à déchets grande capacité (MGB))	Pas de collecte séparée ; ramassés en conteneurs pour ordures ménagères et mis à disposition	« Sac à déchets » : « MGB » « Conteneurs de dépôt »	« Conteneurs sur roues » « Conteneurs de décantation »	« Conteneurs sur roues » « Conteneurs de décantation » « Sacs à soufflets »
<p>Explications :</p> <p>- La possibilité existe que de nombreux ménages effectuent eux-mêmes le compostage de leurs déchets organiques et que l'investissement logistique et financier (mise à disposition de conteneurs spécifiques, ramassage séparé) que suppose le ramassage séparé des déchets organiques plaident dans le présent scénario en faveur d'une collecte commune des fractions de déchets biologiques et résiduels. Il convient cependant de vérifier et de déterminer la faisabilité d'une collecte séparée des déchets biologiques pour l'envisager à long terme. La solution appropriée pour les ordures ménagères composites avec un taux élevé de matière organique consiste à soumettre les déchets à un traitement mécanique et biologique avant décharge.</p> <p>- Compte tenu du poids propre des ordures ménagères composites par suite de la part importante de matières organiques, il est déconseillé d'utiliser des sacs plastiques pour le ramassage. Dans la mesure où la périodicité de ramassage n'est pas très forte, il y a risque de destruction et de problèmes d'hygiène par trop-plein et par les animaux. Les ménages sont également nombreux à se chauffer aux combustibles solides, avec rejet de cendres chaudes. Par conséquent, il est conseillé d'utiliser des conteneurs mobiles (MGB).</p>		<p>Explications :</p> <p>- Le système doit assurer le ramassage séparé des vieux papiers, cartons et du verre dans des conteneurs de dépôt centralisés. Les autres possibilités consistent à entretenir des déchèteries et des postes pour la réception de ces matériaux et d'autres matériaux et de les stocker jusqu'à l'enlèvement.</p> <p>- Les emballages légers et les autres matériaux autres matériaux seront collectés ensemble compte tenu de l'émission relativement faible des déchets et des distances devant être parcourues. La formule rationnelle est constituée par les sacs que les ménages déposent en bordure de la chaussée les jours de ramassage. La formule rationnelle est constituée par les sacs que les ménages déposent en bordure de la chaussée les jours de ramassage. Les conteneurs mobiles et même les conteneurs de dépôt seront utilisés dans les zones de plus grande densité de population et d'habitat.</p> <p>- Les déchets encombrants et les déchets de construction et de démolition seront déposés dans des conteneurs sur roue ou des conteneurs de décantation mis à disposition sur appel et ramassés séparément.</p>		

RAMASSAGE ET TRANSPORT – Scénario C

Ordures ménagères (y compris les déchets biodégradables)	Déchets d'emballage BTP	Déchets encombrants	Déchets construction et démolition
<p>« <u>Chargeurs arrière</u> » « <u>Chargeurs latéraux</u> » « <u>Points de transbordement</u> »</p>	<p>« <u>Chargeurs arrière</u> » « <u>Conteneurs sur roues</u> » « <u>Conteneurs de décantation</u> » « <u>Conteneurs interchangeables</u> »</p>	<p>« <u>Chargeurs arrière</u> »*), « <u>Conteneurs sur roues</u> » « <u>Conteneurs de décantation</u> » « <u>Véhicule à plateau coulissant</u> » « <u>Conteneurs interchangeables</u> »</p>	<p>« <u>Conteneurs sur roues</u> » « <u>Conteneurs de décantation</u> » « <u>Véhicule à plateau coulissant</u> »</p>
<p>Explications :</p> <ul style="list-style-type: none"> Les installations de traitement des déchets résiduaire ne sont exploitables de manière rentable qu'à de hauts débits, ce qui explique pourquoi elles sont généralement centralisées pour desservir une large circonscription. Il est utile de prévoir des <u>postes de transbordement</u> pour rationaliser les livraisons. Dans le cas d'une émission et d'un ramassage séparés des déchets biologiques, il paraît plus simple de construire des installations de compostage de taille variable et à proximité du site producteur de déchets. Les déchets biologiques peuvent être ensuite ramassés et dirigés directement vers les installations de compostage. 	<p>Explications :</p> <ul style="list-style-type: none"> Les déchets de construction et de démolition encombrants et les matériaux stockés dans les conteneurs de dépôt et les déchèteries sont transportés par des camions à plancher aménagé dans des <u>conteneurs sur roues</u> et des <u>conteneurs de décantation</u>. Les <u>véhicules à plancher coulissant</u> seront utilisés dans les zones où le transport doit être réalisé pour de grandes quantités de ces déchets (à l'exception des minéraux provenant de la démolition) et sur de longues distances car ils représentent une modalité particulièrement rationnelle. Il est également conseillé d'envisager les possibilités de transport des déchets sur voie d'eau et par le rail dans ce type de circonscriptions. <p>*) dans la mesure où les matériaux sont disponibles en vrac en bordure de la chaussée)</p>		

TRAITEMENT – Scénario C

Ordures ménagères (y compris les déchets biodégradables)	Déchets d'emballage BTP	Déchets encombrants	Déchets construction et démolition
<p>« <u>Traitement mécano-biologique</u> »</p>	<p>« <u>Tri des vieux papiers</u> » « <u>Tri des déchets de verre</u> » « <u>Tri des emballages légers</u> »</p>	<p>« <u>Tri des déchets encombrants</u> » « <u>Traitement mécano-biologique</u> »</p>	<p><u>Tri ou réutilisation directe</u></p>
<p>Explications :</p> <ul style="list-style-type: none"> Une installation centralisée prend en charge les déchets destinés au <u>traitement mécano-biologique</u>. En fonction des possibilités régionales de traitement et de mise en décharge, cette installation constitue un étage intermédiaire vers la décharge ou la fabrication de combustibles de substitution (installation de stabilisation mécano-biologique). La fermentation sera retenue comme technique de traitement biologique s'il existe une possibilité d'écoulement de l'énergie produite par le biogaz et si la région est grande 	<p>Explications :</p> <ul style="list-style-type: none"> Les matériaux d'emballage et autres matériaux recyclables collectés seront dirigés vers les installations de tri et de traitement où a lieu la séparation en plusieurs courants de matériaux en fonction des marchés d'écoulement et des possibilités de transformation. S'il existe sur place des opérateurs pour le traitement direct des vieux papiers et du verre (papeteries et verreries), il sera recommandé de pratiquer une collecte séparée de ces matériaux de recyclage et la livraison directe. 		

<p>émettrice de lisier et de boues de décantation (proximité d'élevages de rapport et présence d'infrastructures touristiques).</p> <p>- Pour créer et exploiter des installations ayant les capacités requises, il est conseillé de créer des organismes de coopération (syndicat de commune). Les <u>postes de transbordement</u> permettent aussi de solliciter les capacités d'autres installations (pour le tri, le traitement et la mise en décharge des différents courants de matériaux), uniquement dans les cas où il existe une capacité de prise en charge et où les transports longue distance sont en effet possibles dans des limites raisonnables (par ex. en utilisant le transport par rail ou par bateaux) .</p>	<p>- Les déchets encombrants seront soumis à un tri de type positif, c'est-à-dire que l'on retiendra uniquement les matériaux pour lesquels existe une forte demande ou qui peuvent être traités directement sur place (par exemple les métaux, les déchets de bois pour la fabrication de panneaux de particules). Il est aussi possible de diriger tous les matériaux vers le traitement mécano-biologique, où ont lieu le tri des matériaux recyclables et le prélèvement des fractions pour le traitement thermique.</p> <p>- Les déchets de construction et de démolition peuvent être triés sur place pour la plus grande partie, là où une place suffisante existe pour le recyclage direct. Les matériaux recyclables peuvent être ensuite réutilisés sur place (par exemple en utilisant des installations mobiles de concassage et de criblage)(par exemple comme granulats de remblissage recyclés), ou destinés à la revalorisation matérielle ou énergétique (par ex. les déchets de bois).</p>
---	--

Décharge – Scénario C

Restes traités et non récupérables

Ordures ménagères (y compris les déchets biodégradables)	Déchets d'emballage BTP	Déchets encombrants	Déchets construction et démolition
« <u>Décharges de déchets inertes</u> » « <u>Décharge pour déchets non dangereux</u> » « <u>Points de transbordement</u> » / « <u>Stockage transitoire</u> »			« <u>Décharges de déchets inertes</u> »

Explications :

- Tous les résidus provenant du traitement peuvent être transférés en décharge en respectant les critères définis. Suite à la réduction des quantités devant être stockées en provenance du traitement mécano-biologique et donc des courtes distances à parcourir, il est possible d'envisager une décharge centrale pour déchets non dangereux qui rayonnera sur une large circonscription.
- Les décharges de matériaux inertes servent pour le stockage transitoire des déchets minéraux de la construction et de la démolition et les déblais d'excavation jusqu'à leur traitement et leur valorisation ultérieurs sur place.
- Les déchets contenant des matériaux polluants sont dirigés vers l'installation la plus proche équipée pour ce traitement.

Scénario D

Structure territoriale région rurale d'habitat disséminé

Villages éparpillés et fermes isolées avec ici et là des activités touristiques et différentes infrastructures d'équipements collectifs

Ordures ménagères	Déchets biologiques	Déchets d'emballage BTP	Déchets encombrants	Déchets construction et démolition
TRAITEMENTS POSSIBLES (options choisies)				
3 ou 4		5 ou 8	12	14

COLLECTE – Scénario D

« <u>Sac à déchets</u> » : « <u>Conteneurs à déchets grande capacité MGB</u> »	« <u>Sac à déchets</u> » : « <u>Conteneurs de dépôts</u> »	« <u>Conteneurs sur roues</u> » « <u>Conteneurs de décantation</u> »	« <u>Conteneurs sur roues</u> » « <u>Conteneurs de décantation</u> » « <u>Sacs à soufflets</u> »
---	---	---	--

Explications :

- La collecte des déchets devient difficile et onéreuse dans les régions d’habitat disséminé et de forte proportion de villages, situation compliquée par les difficultés d’accès dans certains cas. La planification de la maîtrise des déchets sera principalement inspirée par les principes suivants : a.) Encouragement des types de consommation respectueux de l’environnement, Séparation poussée des déchets pouvant être utilisés sur place c.) Optimisation des offres de prise en charge. En pratique, cela signifie : a.) Encouragement des types de consommation respectueux de l’environnement, b.) Séparation poussée des déchets pouvant être utilisés sur place ; c.) Ramassage des déchets par types de produits, si possible en un point de collecte plutôt que d’une habitation à l’autre. Les meilleures pratiques seront encouragées par un effort intense de communication.
- Comme l’on peut s’attendre dans ces régions à un taux élevé de déchets biologiques, il y aura une collecte séparée par suite de l’ampleur de l’effort logistique et des bonnes possibilités de compostage qui existent sur place. L’étape suivante comprendra la collecte mixte des déchets ménagers et biologiques, si possible en sacs plastiques résistants.
- Conteneurs de dépôt installés aux points facilement accessibles pour réaliser la collecte mixte des produits recyclables et des emballages, par ex. en sacs de couleurs différentes, en vue d’effectuer le tri à haut rendement dans une installation moderne centralisée ou aussi dans les déchèteries avec des capacités de stockage transitoire sont une option envisageable. La solution idéale consiste à réaliser le transport sur le chemin de retour des véhicules.
- Dans les régions où les activités touristiques sont importantes, la collecte séparée sera pratiquée intensément (par exemple ramassage des déchets biologiques s’il existe une installation de compostage ou de traitement du biogaz). Ces choix sont également justifiés par la fréquence de certains types de déchets et la volonté d’orienter les comportements.
- Cela dit, d’une manière générale, la procédure analogique au scénario C sera recommandée.

RAMASSAGE ET TRANSPORT – Scénario D

Ordures ménagères	Déchets biologiques	Déchets d’emballage BTP	Déchets encombrants	Déchets construction et démolition
	« <u>Chargeurs arrière</u> » « <u>Points de transbordement</u> » « <u>Véhicule à plateau coulissant</u> » « <u>Conteneurs interchangeables</u> »	« <u>Chargeurs arrière</u> » « <u>Conteneurs sur roues</u> » « <u>Conteneurs de décantation</u> » « <u>Conteneurs interchangeables</u> »	« <u>Chargeurs arrière</u> » « <u>Conteneurs sur roues</u> » « <u>Conteneurs de décantation</u> » « <u>Véhicule à plateau coulissant</u> » « <u>Conteneurs interchangeables</u> »	« <u>Conteneurs sur roues</u> » « <u>Conteneurs de décantation</u> » « <u>Conteneurs interchangeables</u> » « <u>Véhicule à plateau coulissant</u> »

Explications :

- La plus grande partie des déchets sera dirigée vers les points de transbordement afin de garantir le traitement approprié et de ne pas courir le risque d’investir inutilement dans des installations inefficaces.
- Une procédure analogique au scénario C sera également recommandée.
- Les équipements techniques traditionnels les plus simples (par exemple attelage de chevaux) peuvent être utilisés pour le ramassage et la collecte des déchets réalisés au moyen de sacs et de conteneurs non standardisés.

TRAITEMENT – Scénario D

Ordures ménagères (y compris les déchets biodégradables)	Déchets d’emballage BTP	Déchets encombrants	Déchets construction et démolition
« <u>Traitement mécano-biologique</u> » ou « <u>Incinération sur grille</u> »	« <u>Tri des vieux papiers</u> » « <u>Tri des déchets de verre</u> » « <u>Tri des emballages légers</u> »	« <u>Tri des déchets encombrants</u> » « <u>Traitement mécano-biologique</u> »	« <u>Tri ou réutilisation directe</u> »

<p><u>Explications :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - L'exploitation d'installations centralisées constituent ici la règle pour le traitement des déchets ; il s'ensuit en principe une procédure analogue au scénario C. - Il est recommandé de coopérer ou d'adhérer à des syndicats de collectivités publiques. - Comme il est essentiel de minimiser les transports de déchets, il s'agira donc d'épuiser toutes les options appropriées et réalisables sur place pour l'utilisation décentralisée de certains déchets. Par conséquent, le compostage par les particuliers sera encouragé en mettant en œuvre des mesures appropriées stimulant la prise en charge par les ménages. Dans les régions touristiques où la collecte séparée de certains déchets est justifiée, on créera de petites installations de <u>compostage</u> ou de <u>fermentation des déchets biologiques</u>). 	<p><u>Explications :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Principe analogue au scénario C. 		
<p>Décharge – Scénario D</p>			
<p>Restes traités et non récupérables</p>			
<p>Ordures ménagères (y compris les déchets biodégradables)</p>	<p>Déchets d'emballage BTP</p>	<p>Déchets encombrants</p>	<p>Déchets construc- tion et démolition</p>
<p>« <u>Décharges de déchets inertes</u> » « <u>Points de transbordement</u> » / « <u>Stockage transitoire</u> »</p>			<p>« <u>Décharges de déchets inertes</u> »</p>
<p><u>Explications :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Tous les résidus provenant du traitement peuvent être transférés en décharge en respectant les critères définis. La remise des déchets aux installations de traitement centralisées est en général liée à l'utilisation des capacités des décharges mises à la disposition de ces installations. - Les <u>décharges de matériaux</u> sont utilisées uniquement pour le stockage temporaire des déchets de construction et les produits d'excavation afin de prévenir les transports sur de longues distances jusqu'à leur traitement et leur valorisation ultérieurs sur place. 			

Financement du management des déchets et possibilité de couverture des coûts

Introduction au thème

La maîtrise des déchets induit nécessairement des coûts. Afin de sauvegarder l'environnement et de maintenir le cadre de vie des sociétés, il est nécessaire, en particulier, de mettre en place un management des déchets structuré durablement qui induit nécessairement une augmentation des coûts. Dans de nombreux cas, cela signifie qu'une partie non négligeable des ressources financières des Etats et des collectivités locales doit être affectée aux services dans le cadre du management des déchets et à la garantie d'une gestion des déchets qui soit respectueuse de l'environnement. Le financement des mesures de management des déchets constitue donc un élément essentiel de la permanence des structures de maîtrise et donne toute garantie pour la souplesse d'adaptation de la part collectivités locales. L'amélioration de la gestion des déchets par la mise au point de technologies efficaces signifie dans tous les cas des coûts supplémentaires dont le financement doit être assuré par des moyens appropriés.

L'Etat et les collectivités locales devraient se partager le financement du management des déchets. La politique gouvernementale devrait avoir pour principe de définir les mesures de gestion de l'environnement et d'y affecter les ressources économiques nécessaires. Dans le même temps, l'organisation financière du management des déchets devrait relever de la responsabilité des collectivités locales.

Au niveau des collectivités locales, une différence doit être faite entre le financement des prestations locales dont peuvent ou doivent profiter les citoyens et le financement des investissements pour le management des déchets. Les services dont la population a besoin et auxquels elle recourt sont en particulier la collecte, le transport et le traitement des différents déchets et ordures provenant des ménages, des aires publiques et des conteneurs de déchets qui sont mis à la disposition de la collectivité. Pour ces services, la population doit verser des redevances qui sont fixées dans un barème des prestations d'enlèvement des déchets.

Les investissements devant être réalisés par les collectivités locales pour la gestion correcte du management des déchets sont constitués en particulier par

l'acquisition des conteneurs de collecte appropriés, les véhicules de ramassage, la création, le fonctionnement et la maîtrise des polluants des décharges, la création et le fonctionnement d'installations de traitement et de recyclage des ordures. Ces investissements seront financés selon une grille appropriée pour les collectivités locales, faisant le bilan des avantages et des inconvénients.

Compte tenu du fait que la protection de l'environnement constitue un élément de la politique économique, il faut aussi prendre en considération les possibilités de financement public. Par le biais des différents instruments de la politique de l'environnement, la politique gouvernementale réalise le lien entre le système sociétal et l'écologie de la manière suivante :

- ▶ par la limitation de la consommation des ressources naturelles, par exemple grâce à l'augmentation de la fiscalité sur les matières premières.
- ▶ le rejet dans la nature des résidus indésirables peut être limité, par exemple par la création de licences écologiques et un impôt sur les décharges,
- ▶ les taxes et dispositions fiscales encourageant le recyclage, par exemple sous la forme d'un impôt sur les matières premières, les taxes sur l'élimination des déchets et les mesures fiscales peuvent contribuer à la création de circuits de matières et à la réinjection directe des déchets dans les circuits de ressources nécessaires à la production Le Tableau 1 donne un premier aperçu des instruments de financement possibles

Tableau 1: Instruments généraux de financement du management des déchets à différents niveaux

Modèles de financement								
Secteur communal					Secteur national			
Financement des prestations publiques pour l'élimination des déchets		Financement des investissements				Instruments de régulation écologique		
Taxes		Financement par le crédit	Financement par participation	Modèle du type exploitant	Autres financement	Taxes écologiques de financement	Taxes	Licences environnement
Système un volet	Système plusieurs volets							
	Taxe de base, prix forfaitaire	Crédits communaux	Participation des collectivités publiques (syndicats ad hoc)		Financement sur fonds	Taxe à l'enlèvement	Taxe sur les produits	
	Taxe proportionnelle au service		Participation de tiers privés (partenariat public - privé PPP)		Factoring	Taxe sur les emballages	Taxe sur l'enlèvement	
	Redevance de location				Leasing	Taxes sur les matières premières	Taxes sur les décharges	

Nous examinons ci-dessous les différents instruments de financement et donnons les informations nécessaires sur les applications pratiques.

Modèles de financement dans le secteur communal

Financement des prestations publiques

Redevances pour les ordures ménagères

Le principe de base du management des déchets devrait être la couverture des coûts par les producteurs de déchets (« polluer pays » = pollueur-payeur), ce qui explique qu'une redevance soit prélevée pour l'utilisation des services de collecte proposés à la collectivité. Dans le meilleur des cas, la redevance couvrant les frais est prélevée au prorata du service apporté à chacun. Cela signifie que les coûts engagés pour le traitement, le recyclage ou l'élimination des déchets sont imputés selon le principe du pollueur-payeur à l'utilisateur de ces prestations.

Ce que l'on peut appeler la « disposition à payer » joue ici un grand rôle. Dans le cas où la population est prête à couvrir l'intégralité des coûts pour les différents services, cela signifie qu'elle apprécie le service rendu, qu'elle le considère comme nécessaire et souhaite qu'il soit maintenu. Sur cette base, il est possible de se procurer les moyens financiers qui sont réellement nécessaires pour le maintien du service.

Il faut tout de suite préciser que l'acceptation par l'individu d'une redevance pour un service hypothétique dépend bien entendu de sa capacité financière, ce qui veut dire que le caractère « raisonnable » de la redevance

représente lui aussi un élément décisif pour le financement du management des déchets. La méconnaissance ou le refus de prendre en considération les capacités financières de l'individu peuvent avoir pour conséquence que le service de management des déchets ne recouvre pas les coûts qu'il induit ou que la population refuse tout ou partie du paiement du service et donc la prise en charge des déchets par le management des déchets. Il est donc absolument nécessaire que le système et les modèles de redevances soient largement adaptés aux capacités de la population et soit compréhensible par tous.

Le management des déchets inclut un grand nombre de services d'intensité variable portant sur des matériaux extrêmement diversifiés. Les frontières entre ce service et les autres qui sont également proposés par la collectivité sont floues et les chevauchements sont nombreux. Les coûts induits par le management des déchets peuvent être affectés pour l'essentiel aux services suivants :

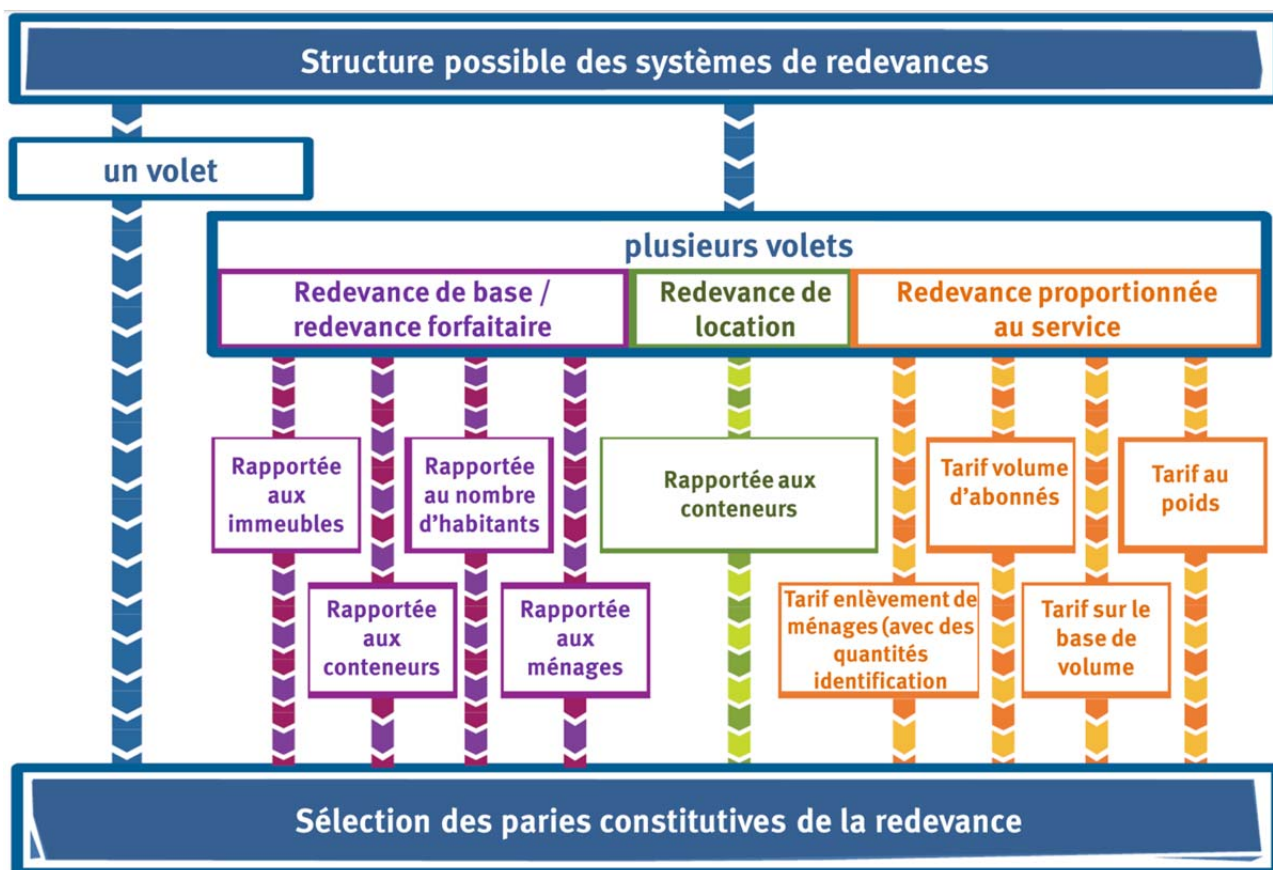
- ▶ -Prise en charge des différents types de déchets et des produits recyclables, la prise en charge comprenant la collecte des déchets, le transport, le traitement et l'élimination des déchets.
- ▶ La mise en œuvre de programmes spéciaux de recyclage (par exemple les systèmes de reprise des emballages, etc.).
- ▶ Le service d'information et de sensibilisation du public.
- ▶ Les prestations de type administratif.

Les coûts traduisent les prix actuels et les prix prévi-

sibles de ces activités. Le prix est exigé de celui qui est à l'origine des déchets en contrepartie d'un service mis à sa disposition, et ce prix repose sur les dépenses engagées pour la création et l'entretien du service. A ce niveau, la condition primordiale d'existence du système est la

couverture de la part des coûts inévitables et fixes pour la collecte et la prise en charge des déchets, sans considération de l'utilisation réelle et intégrale du service qui est proposé.

Figure 1: Aperçu des différentes parties constitutives des systèmes de redevances



Les coûts fixes du management des déchets sont les dépenses indépendantes de la quantité des déchets collectés et de l'ampleur du service de prise en charge des déchets. Il s'agit ici des capacités devant être créées et entretenues pour le fonctionnement régulier de la prise en charge des déchets. A ceux-ci viennent s'ajouter les coûts variables en fonction du seul degré d'utilisation du service.

Il n'est pas toujours possible de séparer nettement les coûts fixes et les coûts variables. La répartition entre coûts fixes et coûts variable est sujette à de nombreuses fluctuations et divergences. En moyenne la part des coûts fixes oscille entre 60 et 80%, celle des coûts variables entre 20 et 40%.

Par conséquent, pour financer les coûts par le prélèvement de redevances, il est recommandé de créer un système de redevances composé d'une part fixe indé-

pendante du service et d'une partie variable en fonction de l'ampleur du service fourni avec, éventuellement, une répartition entre différents types de service.

La Figure Figure 1 ci-dessous réunit les différentes parties d'un système de redevance pour la prise en charge des ordures. La sélection et la pondération des différentes parties doivent garantir que la charge sera répartie uniformément sur toute la population.

Le système de redevances à un volet

Le système de redevance à un seul volet est le plus simple. Dans ce système, il n'existe qu'un type de redevance, dont l'exemple classique est la redevance forfaitaire, c'est-à-dire une redevance fixe, indépendante de l'utilisation qui est faite réellement du service que propose la collectivité à l'individu. Elle couvre la part des coûts fixes et la part des coûts variables du management des déchets. L'ensemble des coûts est ici répartie entre

tous les utilisateurs du service (les ménages) du management des déchets. Ce modèle de redevance garantit la couverture des coûts et donne une grande sécurité au niveau du calcul prévisionnel. En contrepartie, il ne crée aucun stimulant pour la réduction ni pour le tri des déchets dont une partie sera dirigée vers le recyclage.

Compte tenu de la structure réelle des coûts du management des déchets et des objectifs écologiques que l'on se propose, à savoir la réduction des déchets et le recyclage, il semble plus rationnel de recourir à un système de redevance de type deux ou plus de deux composants. La partie invariable en est constituée par un montant fixe, à savoir une redevance de base ou forfaitaire pour chaque ménage. Le montant de cette redevance est ou bien uniforme (par exemple par la fixation d'un certain montant annuel) ou bien différencié (en fonction de critères spécifiques, par exemple la superficie des immeubles ou le nombre de personnes à l'intérieur des ménages). La partie variable de la redevance est proportionnelle à l'utilisation qui est faite du service de prise en charge des déchets, par exemple par unité de déchets collectés, donnant la possibilité de combiner avec d'autres éléments des coûts. Les systèmes de redevance à plusieurs volets sont adaptés pour appliquer le principe selon lequel la redevance est adaptée à l'émission des déchets.

Le système de redevance sur la base du principe « Les responsables des déchets sont les payeurs » (ou « pay-as-you-throw », abrégé en PAYT) représente la forme la mieux adaptée pour un paiement du service de management des déchets en fonction des déchets émis. Il est propre à susciter un comportement de réduction des déchets et encourage le tri en amont de la collecte. Ce système de redevance permet d'établir une plus grande justice distributive puisque les ménages ne paient que pour les déchets qu'ils émettent réellement et que l'on assure la couverture des coûts à proportion de l'utilisation du service. Par le biais des unités de prestation, les ménages sont incités à éviter les déchets et à se diriger en partie vers les systèmes de type recyclage ou présentant un meilleur rapport prix de revient - service.

PAYT contraste avec les systèmes de financement des services de management des déchets courants jusqu'à aujourd'hui, dans lesquels les coûts de prise en charge des déchets sont pris en charge par des versements fixes réguliers ou des taxes, voire une redevance forfaitaire, calculée par exemple sur la base de la superficie de l'immeuble, du nombre de personnes vivant dans les ménages ou d'une partie des taxes pour les

autres prestations. Le système PAYT signifie que les services de management des déchets et donc la part de l'individu à ce qui constitue une atteinte à l'environnement doit être payée, comme par exemple la consommation d'électricité et d'eau. Pour que ce système de redevance en fonction de l'utilisation du service puisse fonctionner, il faut

- ▶ avoir une mesure exacte des déchets émis ou du service nécessaire dans chaque cas particulier,
- ▶ par la personne qui émet des déchets,
- ▶ et avoir un barème des différentes unités de prestation afin de pouvoir comptabiliser le type et l'ampleur du service sollicité par l'individu.

Bien qu'il semble possible de mettre en place un modèle de redevances entièrement adaptées, il semble recommandé d'utiliser un système de PAYT à plusieurs volets à condition que la partie fixe de la redevance soit proportionnelle aux coûts réels du management des déchets et que l'on prenne en considération le minimum strictement nécessaire pour le service de prise en charge, tout en ménageant une marge suffisamment importante pour la partie variable de la redevance, afin de sauvegarder Des informations complètes figurent sur le site www.payt.net et dans le manuel en anglais qui y est présenté pour la mise en œuvre du système PAYT.

Nous examinons ci-dessous les différentes parties des systèmes de redevance à plusieurs volets en précisant à chaque fois leur adaptation aux différentes situations.

Redevance de base / redevance forfaitaire

La redevance de base couvre les coûts fixes, sans considération de l'utilisation qui est faite du service de prise en charge des déchets. Ces coûts indépendants de l'utilisation sont induits par la mise en place des structures pour permettre aux utilisateurs d'accéder au service. Il s'agit des dépenses engagées pour la comptabilisation des redevances, du déplacement pour la prise en charge des déchets, qu'il y en ait ou pas, des frais pour l'acquisition et l'entretien des véhicules, pour l'acquisition et la mise à disposition des conteneurs, des frais de main-d'œuvre et d'entretien, des baux de locations, des intérêts intervenant dans le calcul des coûts, des amortissements, etc.

Une redevance forfaitaire sera prélevée si, en plus des coûts fixes de mise à disposition du service, il faut prendre en considération les éléments non chiffrables quantitativement, par exemple le ramassage des déchets encombrants, la collecte des déchets dangereux, etc.

Dans ce système, plusieurs prestations onéreuses sont réunies et comptabilisées par un montant forfaitaire. Le Tableau 2 répertorie les éléments de calcul de la redevance de base et de la redevance forfaitaire.

Dans le cas de la redevance de base ou forfaitaire rapportée aux conteneurs, il faut bien entendu assurer l'enregistrement des conteneurs de manière à ce qu'ils soient affectés de manière univoque à la personne qui émet les déchets. Les services de ramassage ou les collectivités locales sont en possession des informations nécessaires et peuvent les mettre en relation sans difficulté avec les informations sur les habitants et les immeubles.

Tableau 2 : Éléments de calcul de la redevance de base et de la redevance forfaitaire

Redevance de base et redevance forfaitaire	
<i>Rapportée aux personnes</i>	<i>Rapportée aux conteneurs</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Redevance uniforme par habitant en fonction du nombre des personnes dans un immeuble ou un ménage. - La redevance augmente proportionnellement au nombre des habitants de l'immeuble et des personnes à l'intérieur du ménage. 	<ul style="list-style-type: none"> - Comptabilisation en fonction de la capacité des conteneurs mis à disposition.
<i>Rapportée aux immeubles</i>	<i>Rapportée aux ménages</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Comptabilisation par immeuble. 	<ul style="list-style-type: none"> - Comptabilisation par ménage ou par nombre de ménages dans l'immeuble, sans considération de la taille du ménage.

La combinaison de la comptabilisation par ménages et par personnes est préférable, avec une redevance dégressive en fonction du nombre des personnes par ménage. Le Tableau 4 récapitule les avantages et les inconvénients de la redevance de base rapportée aux personnes et aux conteneurs.

Modèles de comptabilisation de la redevance proportionnelle au service

Alors que la redevance de base ou forfaitaire répartit entre les bénéficiaires de la prestation des éléments des coûts indépendants de la prestation ou qui ne peuvent pas être affectés à une catégorie de coûts, la partie variable est proportionnelle à la prestation qui est effectivement délivrée. Le Tableau 3 suivant récapitule les différentes modalités de comptabilisation de la redevance proportionnelle au service.

La principale difficulté soulevée par le tarif propor-

tionnel au volume provient du fait qu'il y a un risque d'erreur d'appréciation du débiteur de la redevance concernant le volume des déchets et le choix du conteneur de capacité appropriée puisque celui-ci peut choisir la capacité du conteneur. Pour cette raison, il est recommandé de fixer un volume minimal de prise en charge.

La périodicité fixe de l'enlèvement (pouvant, si nécessaire, être choisie par le débiteur de la redevance) garantit l'hygiène de l'enlèvement des ordures ; elle est donc particulièrement bien adaptée pour la décharge des déchets organiques et chimiques.

Pour la saisie du nombre des enlèvements, un système d'identification moderne et efficace est recommandé dans le cas du tarif à l'enlèvement. Nous décrivons en détail dans la présente documentation ce que peut être le système d'identification (voir la fiche technique « identification des conteneurs »).

Tableau 3 : Éléments de calcul de la redevance proportionnelle au service

Taxe proportionnelle au service	
<i>Tarif proportionnel au volume</i>	<i>Tarif à l'enlèvement</i>
<p>La base de la comptabilisation est constituée par la capacité des conteneurs et la périodicité de déchargement (par exemple périodicité fixe d'une semaine, de deux semaines ou de quatre semaines). Ce mode de comptabilisation peut être associé à la prise en charge d'un volume de déchets minimal pour garantir une redevance minimale et inciter à utiliser réellement le système d'enlèvement.</p>	<p>La base de comptabilisation est constituée par la capacité des conteneurs et le nombre réel des décharges. La périodicité de décharge est variable. La périodicité de décharge est variable. Ce mode de comptabilisation peut être associé à la prise en charge d'un volume de déchets minimal pour garantir une redevance minimale et inciter à utiliser réellement le système de collecte</p>
<i>Tarif au poids</i>	<i>Tarif proportionnel au volume</i>
<p>La base de la comptabilisation est constituée par le poids des déchets (plus particulièrement le poids des déchets résiduels et des déchets organiques). La condition en est que les conteneurs puissent être affectés aux utilisateurs au moyen d'un système d'identification. Le tarif au poids peut être combiné à une redevance de décharge.</p>	<p>La base de la comptabilisation est constituée par le volume actuel des déchets au moment de la décharge. À côté de techniques consistant à mesurer le contenu des conteneurs d'ordures, les solutions retenues sont les sacs à ordures et les sacs d'ordures, donnant la possibilité de réaliser un paiement par anticipation. Pour que ce système puisse fonctionner, il est nécessaire que les ordures collectées soient affectées à un émetteur.</p>

Ce système consiste à identifier le conteneur pendant l'opération d'enlèvement au moyen d'un transpondeur et à l'affecter à un utilisateur. Cette condition est également

indispensable pour le tarif au poids. Une redevance d'enlèvement peut venir s'ajouter à la redevance au poids. Il s'agit là d'une incitation pour l'utilisateur à proposer des conteneurs pleins pour l'enlèvement. Le

Tableau 5 récapitule tous les tarifs, avec leurs avantages et leurs inconvénients.

La redevance pour prestation minimale occupe à l'intérieur de ce schéma une place à part et constitue en fait une redevance de base car elle est prélevée sans considération de l'utilisation du service par le débiteur. La redevance pour prestation minimale est destinée à

assurer un enlèvement respectueux de l'environnement en évitant les décharges sauvages et le détournement vers des circuits de déchets non appropriés. La fixation de périodicités et de quantités d'enlèvement minimales nettement en-dessous de l'utilisation moyenne ne doit pas faire obstacle aux efforts pour prévenir les déchets.

Tableau 4 : Avantages et inconvénients de différents systèmes de comptabilisation de la redevance de base

	Rapporté aux personnes	Rapporté aux conteneurs	Rapporté aux immeubles	Rapporté aux ménages
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> • Sécurité de calcul du prix de revient. • Certains coûts sont fonction du nombre des personnes vivant dans le ménage (par exemple la prise en charge des déchets encombrants, l'élimination des déchets dangereux). 	<ul style="list-style-type: none"> • Sécurité de calcul du prix de revient • Simplicité d'application. • Frais administratifs réduits. • La possibilité pour les bénéficiaires du service de choisir la capacité des conteneurs constitue un stimulant financier pour la réduction et le tri des déchets. 	<ul style="list-style-type: none"> • Simplicité d'application. • Frais administratifs réduits. 	<ul style="list-style-type: none"> • Après mise en place, faiblesse relative des frais administratifs,
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> • Frais administratifs importants pendant la phase de mise en place et pour le traitement des données par suite des fluctuations de la taille des ménages. • Pour certains frais, il n'y a pas de relation entre le nombre des personnes et le montant des coûts (par exemple la quantité de vieux papiers doit plutôt être mise en relation avec les ménages). 	<ul style="list-style-type: none"> • Aucune relation directe entre l'émission des déchets résiduels et l'émission de déchets encombrants, de vieux papiers, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aucune relation directe entre l'émission des déchets résiduels et l'émission de déchets encombrants, de vieux papiers, etc. • La superficie des immeubles ne constitue pas un critère approprié pour affecter les coûts d'autres catégories de déchets, par exemple les déchets encombrants, les vieux papiers parce qu'il n'y a pas de relation entre ces différents paramètres. 	<ul style="list-style-type: none"> • Importance des frais administratifs pendant la phase de mise en place. • Ce critère n'est pas approprié pour affecter les coûts d'autres catégories de déchets, par exemple les déchets encombrants et les déchets dangereux) qui doivent plutôt être rapporté aux personnes.

Tableau 5: Avantages et inconvénients des différents tarifs proportionnels au service

	Tarif proportionnel au volume	Tarif à l'enlèvement	Tarif au poids	Tarif mesure du volume à l'enlèvement
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> • Plus grande incitation à éviter et à réutiliser les déchets encombrants. • Calcul rationnel et transparent du tarif. • Calcul rationnel et transparent du tarif. 	<ul style="list-style-type: none"> • Plus grande incitation à éviter et à réutiliser les déchets encombrants. • Rationnel pour l'utilisateur. 	<ul style="list-style-type: none"> • Plus grande incitation à éviter et à réutiliser les déchets encombrants, • Satisfait au critère de vérité des prix. • Rationnel pour l'utilisateur. • Permet de suivre constamment l'évolution des quantités réelles de déchets (par exemple pour mesurer immédiatement l'impact des mesures de management des déchets). 	<ul style="list-style-type: none"> • Récompense un effort soutenu pour la prévention et le tri des déchets, principalement les déchets encombrants ; particulièrement approprié en liaison avec l'enlèvement séparé des emballages et des déchets encombrants. • Aucune redevance pour les capacités de conteneur non utilisées. • Le tarif est transparent pour les utilisateurs (prix par unité de volume).
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> • Réticence des utilisateurs si les possibilités de choix de conteneur sont limitées. • Compression des déchets. • Risque d'erreur d'appréciation des capacités de conteneur nécessaires et, par suite, plus grande émission de déchets encombrants et augmentation des frais d'enlèvement des petits conteneurs. 	<ul style="list-style-type: none"> • Compression des déchets. • Dépenses administratives élevées. • Le manque de régularité dans la périodicité des enlèvements risque de provoquer des problèmes d'hygiène. • Le service de ramassage doit desservir tous les points de collecte, bien que les ordures ne se trouvent qu'en certains endroits. 	<ul style="list-style-type: none"> • Investissements élevés. • Frais de maintenance conséquents. • Incitation à diriger les déchets encombrants vers une filière non appropriée. 	<ul style="list-style-type: none"> • Frais élevés pour l'acquisition, le réglage et la maintenance des équipements de mesure. • Manque de fiabilité de la mesure et risques d'erreurs. • Forte incitation au transfert clandestin et au mélange avec les parties recyclables.

Redevance de location

La redevance de location est destinée à couvrir les frais de mise à disposition des conteneurs de déchets. La redevance varie en fonction de la taille des conteneurs. Il est aussi possible de transférer ces frais à la redevance de base, à la redevance forfaitaire ou à la redevance pour le service réel.

Il faut savoir toutefois que le calcul séparé de la redevance de location est un élément de sécurité de calcul du prix du fait qu'à elle seule, la mise à disposition des conteneurs induit des coûts, sans parler de l'apport ainsi réalisé à l'optimisation de circulation des conteneur.

Stratégies de comptabilisation

Les stratégies de comptabilisation sont les modalités de calcul des prestations et peuvent être divisées en trois catégories :

- ▶ • Comptabilisation linéaire ou neutre: Chaque conteneur qui a été enlevé et chaque unité de prestation coûte le même prix pour l'utilisateur, sans considération du nombre de conteneurs mis à disposition et du nombre de ceux qui ont été utilisés.
- ▶ • Comptabilisation dégressive ou passive: Chez le même utilisateur, le deuxième conteneur déchargé coûte moins que le premier, le troisième moins que le second, etc. Le même schéma peut être appliqué à la capacité des conteneurs, c'est-à-dire que, comparativement, le prix des gros conteneurs est plus réduit que celui des conteneurs de faible capacité.
- ▶ • Comptabilisation progressive ou active: Chez le même utilisateur, le deuxième conteneur déchargé coûte plus que le premier, le troisième plus que le second, etc.

Le choix d'une stratégie de comptabilisation dépend de considérations sociales et politiques.

La comptabilisation linéaire des déchets ne tient aucun compte des facteurs tels que l'émission des ordures, des différents types de prestations et l'efficacité des coûts du management des déchets. Tous les utilisateurs et toutes les émissions de déchets supplémentaires sont traités uniformément. Cette modalité de comptabilisation est la plus facile à mettre en place et simplifie considérablement les calculs. Elle donne l'impression qu'il s'agit d'une procédure égalitaire et juste alors qu'elle néglige l'évolution des coûts réels de la prise en charge et de la comptabilisation des déchets.

Il semble à l'utilisateur que la comptabilisation dégressive est plus avantageuse s'il émet de grandes quantités de déchets. Elle s'oppose à la comptabilisation progressive avec laquelle les gros producteurs de déchets doivent payer nettement plus que dans les autres schémas de comptabilisation.

Si l'on prend en considération la structure des coûts réels de l'enlèvement des déchets et les techniques courantes de comptabilisation, on constate que la comptabilisation dégressive est la mieux adaptée pour traduire les différentes modalités d'intervention du système communal de management des déchets et représente donc la solution reproduisant le plus fidèlement les conditions réelles. Cela s'explique en particulier par le fait que les déplacements pour l'enlèvement des déchets à l'intérieur des agglomérations sont en général moins longs et que l'efficacité de l'enlèvement est plus grande qu'à la périphérie des agglomérations et dans les zones rurales, du fait que les conteneurs y ont une capacité plus grande. Il faut parcourir de grandes distances et par conséquent engager de plus grandes dépenses pour enlever les petites quantités de déchets dispersées entre des points éloignés les uns des autres.

Possibilités de financement de l'investissement

Financement par le crédit

La forme classique de financement externe à long terme des équipements des collectivités locales est constituée par les crédits aux communes. Il s'agit des prêts aux collectivités, encore que les emprunts publics de type traditionnel n'interviennent pratiquement pas dans le financement externe du management des déchets pour lequel on recourt aux prêts garantis par un titre de créance. Pour lequel on recourt aux prêts garantis par un titre de créance. Dans ce cas, la collectivité recourant au crédit n'est pas tenue de s'adresser à une banque déter-

minée, elle peut choisir ses créanciers beaucoup plus librement.

Les prêts garantis sur titre de créance peuvent être différenciés en fonction des modalités de remboursement entre les catégories suivantes :

- ▶ Crédit de montant fixe : Un seul montant en argent est exigible à l'échéance, ce qui a pour conséquence que la durée de validité du crédit est généralement fixée avec précision.
- ▶ Crédit avec remboursement par tranches : Le crédit est remboursé par des versements d'un montant déterminé. La durée de validité du crédit peut être modulée en fonction du montant des tranches de remboursement.
- ▶ Prêt à annuités : Les parties conviennent d'une annuité fixe (total intérêts et principal). Les annuités sont fixes tandis que le rapport entre les intérêts et le remboursement du crédit évolue avec le temps au bénéfice de la partie remboursement (réduction de la part des intérêts).

Les avantages du crédit communal s'expliquent par les conditions extrêmement avantageuses provenant de la garantie de solvabilité des entreprises publiques. Le débiteur communal présente un faible risque de défaillance financière puisqu'il ne peut pas être mis en faillite, à quoi vient s'ajouter qu'il n'y a pratiquement pas de problèmes de garanties matérielles des crédits puisque les entreprises prélèvent une redevance propre à couvrir les coûts.

Financement par participation

- ▶ Participation des collectivités territoriales aux syndicats ad hoc : La participation des collectivités locales à des organismes publics ad hoc représente la principale modalité de coopération intercommunale. Avec l'extension géographique des aires devant être desservies, il est possible de créer des entreprises de taille optimale et de parvenir à un degré poussé de rationalisation par la prise en charge commune de l'enlèvement et du traitement des déchets. Le syndicat de communes prend en charge le management des déchets pour les communes affiliées. Dans de nombreux cas, le syndicat n'effectue que certaines tâches déterminées, par exemple l'exploitation d'une installation de traitement thermique. Le syndicat de communes jouit de l'autonomie financière, c'est-à-dire qu'il peut prélever des redevances et des cotisations pour s'autofinancer. Si ces recettes ne

suffisent pas pour couvrir l'intégralité de la demande financière, le syndicat de commune peut décider que les collectivités participantes y effectueront des versements.

- ▶ Participation de tiers : Grâce à la souplesse de la législation, les collectivités territoriales sont libres de choisir les types d'organisation pour les tâches d'enlèvement des déchets. Elles peuvent par exemple décider une privatisation (en fonction de leurs options politiques et économiques). Si c'est le cas, elles ne sont pas tenues de respecter des critères nationaux pour le transfert des charges aux tiers. La privatisation intégrale n'est possible que dans certains cas déterminés et doit être assortie d'un grand nombre de conventions. Les principales solutions retenues sont les suivantes :
 1. Entreprises en régie : Les entreprises en régie ne sont pas des personnes morales et constituent des prolongements des collectivités territoriales qui les ont créées ;
 2. Régies communales : Les régies communales ne sont pas des personnes morales mais sont autonomes pour leur organisation ; elles constituent des unités budgétaires tenant leur propre comptabilité.
 3. Entreprises en nom personnel : Entreprises privées détenues par les collectivités territoriales et ayant le statut de personnes morales.
 4. Entreprises mixtes : Entreprises publiques auxquelles participent des entreprises privées.
 5. Contrat de gestion et de service (Contracting) : L'entreprise est propriété des collectivités territoriales ; la gestion et les autres tâches courantes sont confiées à une entreprise privée.
 6. Délégation à une entreprise : Toute l'exploitation est confiée à une entreprise privée avec possibilité pour la collectivité territoriale de conserver l'exécution de certaines tâches.
- ▶ Participation de tiers privés (Public Private Partnership – PPP) : Les partenariats avec le secteur privé, pour lesquels certains préfèrent l'appellation en anglais Public-Private Partnerships (PPP) constituent une autre modalité de coopération entre les collectivités publiques et les entreprises privées. Les participations de tiers privés sont de nature à mobiliser des ressources du secteur privé pour concourir à la réalisation de tâches et de services publics. La participation de tiers privés recouvre un grand nombre de modalités de répartition des tâches, de partenariats stratégiques non

structurés, pour définir les engagements financiers et la participation aux travaux dans des contrats de service et par le biais d'entreprises communes. Les entreprises à financement privé constituent une forme de participation de tiers privés mais on peut aussi les envisager comme des modalités de contrats de gestion et de délégations sous contrat ; elles réalisent les fonctions suivantes :

1. un contrat de service à long terme dont les parties sont la collectivité publique et l'entreprise privée exécutante,
2. la fourniture des capitaux et des prestations efférentes par l'entreprise privée exécutante,
3. un paiement uniforme par la collectivité publique couvrant les avances de capitaux et la fourniture des prestations,
4. apport des propositions de l'entreprise privée exécutante pour la conception générale, la prévision des bâtiments, les modalités de financement et d'exécution,
5. une répartition des risques de manière telle que le risque est supporté par le partenaire qui est à même de mieux gérer et supporter le risque,
6. le cahier des charges interdit la fourniture de services qui ne sont pas conformes aux normes générales,
7. un mécanisme de paiement proportionné au service,
8. des apports équilibrés au bilan, rationnels pour la collectivité publique, à savoir que les injections de capitaux pendant la réalisation du projet ne doivent pas être contraires aux engagements de financement par capitaux externes,
9. aides de l'Etat sous forme de crédits à des conditions spéciales.

Autre forme de participation du financement privé, la fondation par le secteur public et le privé d'une société mixte comprenant la ou les collectivités en charge de l'enlèvement et une entreprise privée spécialisée avec passation des contrats de service à cette entreprise. La collectivité en charge de l'enlèvement peut aussi créer une société propre et lui déléguer l'enlèvement par contrat. L'étape suivante consiste à céder à titre onéreux des parts de société (en général jusqu'à 49 %) à une entreprise privée spécialisée dans l'enlèvement, après quoi la mission est prise en charge par l'entreprise mixte.

La participation du financement privé est intéressante pour les collectivités en charge de l'enlèvement du fait qu'elle soulage la gestion du patrimoine des communes, qu'elle associe le capital privé et que le secteur public profite du savoir-faire, de la souplesse d'adaptation et de la rapidité d'intervention des entreprises privées.

Un contrôle spécial doit être mis en place sur la participation du financement privé si l'injection des capitaux nécessaires dépasse le niveau des moyens courants (c'est-à-dire les recettes fiscales et les redevances). Dans tous les cas, les parties conviennent des modalités de livraison de la prestation et des garanties de qualité pour la collectivité publique. En aucun cas la participation du financement privé ne doit constituer une bouée de sauvetage pour les entreprises privées puisque, alors, tout bénéfice semble exclu pour la collectivité publique. Il s'agit dans le secteur en question d'un service à immobilisation de capitaux intensive. Le grand défi pour les collectivités publiques consiste à mettre au point des formes d'association de niveau supérieur, donnant toute garantie d'accroissement des prestations et d'économies réelles.

La participation du financement privé ne doit pas être conçue comme un apport à une meilleure organisation du secteur privé et un surcroît de bénéfices et de services par rapport au secteur public. La participation du financement privé doit déboucher sur des projets réalistes qui seront testés, analysés et préparés soigneusement pour les activités en cause. Si ces éléments sont réunis, le partenariat est générateur de valeur ajoutée pour l'entreprise, sur la base d'une appréciation réaliste du risque et de règles fiables.

Des informations détaillées sur les PPP et d'autres liens figurent sur les sites des PPP Infrastructure Resource Center (PPPIRC) :

- ▶ <http://ppp.worldbank.org>

Modèles du type exploitant

Les modèles type exploitant sont des constructions juridiques très complexes pour l'organisation et le financement portant sur la participation financière et la livraison d'un service par accord entre les collectivités publiques et le secteur privé. Dans le secteur du management des déchets, les structures de ce genre sont utilisées principalement pour la création et la gestion des décharges et l'exploitation des stations d'épuration.

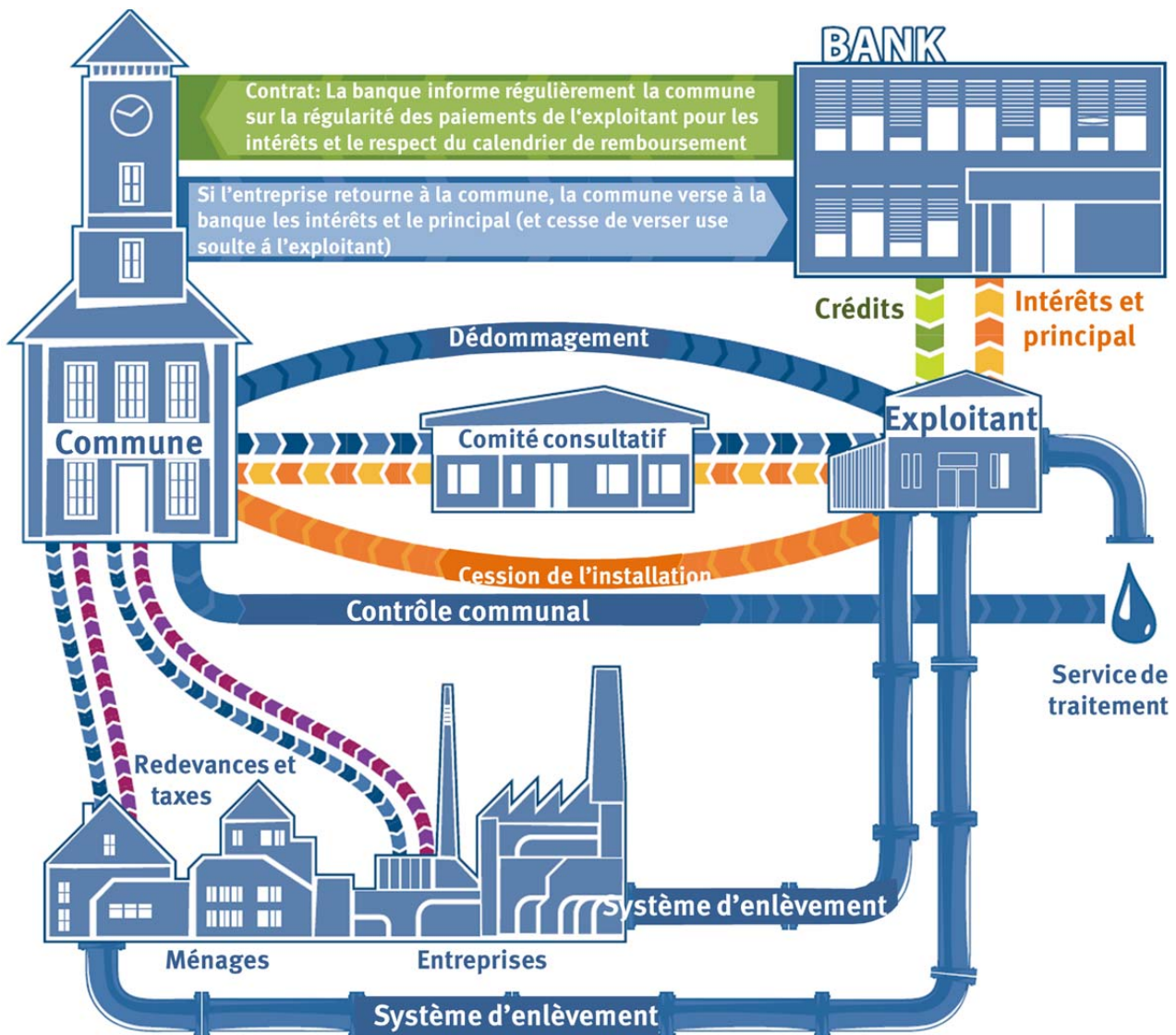
Le schéma général est le suivant : une ou plusieurs entreprises privées se chargent du financement, de la construction et de l'exploitation d'une installation de

traitement des déchets sur un bien immobilier public. Le service administratif en charge des déchets intervient pour l'établissement des plans, la construction et la gestion des installations de traitement des déchets en fonction des besoins. L'exploitant de l'installation est choisi par une procédure d'adjudication publique. Le service administratif en charge des déchets utilise l'installation pour couvrir la demande de la circonscription et verse à l'exploitant une redevance pour le service qu'il fournit. La participation selon le modèle exploitant repose sur des contrats nombreux et détaillés et à long terme (pouvant aller jusqu'à 30 ans).

Pour ce qui concerne ce modèle, il faut tenir compte du risque de voir l'installation complète et toutes ses obligations (engagements financiers et de gestion) retourner à la collectivité territoriale si l'exploitant qui en est chargé ne satisfait pas à ses obligations ou fait faillite. Il est ici vivement recommandé de s'assurer un financement privé par des professionnels connaissant parfaitement la situation.

Le fonctionnement de la délégation du type exploitant est illustré sur la Figure Figure 2 par l'exemple tiré du traitement des eaux usées.

Figure 2: Exemple de délégation du type exploitant (exemple tiré du traitement des eaux usées).



Autres modèles de financement

Financement sur fonds

Le financement sur fonds est utilisé pour les projets de forte intensité en capitaux, par exemple la construction d'installations de traitement thermique des déchets. Du point de vue financier, il s'agit d'un prêt garanti par un titre de créance d'un organisme privé collecteur de fonds (fonds immobilier). L'organisme privé collecteur de fonds réunit le capital de deux manières :

1. la vente de certificats de participation avec constitution de capitaux propres, nécessaires pour les opérations sous b), c'est-à-dire
2. le recours à des capitaux externes supplémentaires.

L'investissement financé de cette manière est alors

propriété du fonds immobilier. Lorsqu'il est entièrement réalisé, l'investissement est loué à un établissement communal (par exemple un syndicat ad hoc) pour utilisation durable, normalement par contrat de leasing. Cette formule présente les avantages suivants pour la collectivité publique : acquisition des capitaux dans le secteur privé, soulagement du budget des biens communaux et recours au savoir-faire du secteur privé. Il faut toutefois remarquer que dans la plupart des cas, le risque est supporté intégralement par la collectivité publique.

Factoring (affacturage)

Le factoring consiste pour un investisseur à céder ses créances à tiers. Appliqué au management des déchets, le système factoring suppose qu'une entreprise privée spécialisée conclut un contrat d'enlèvement et de traitement à long terme avec la collectivité en charge de

l'enlèvement, portant sur la fourniture d'un service spécifié de management des déchets. La collectivité en charge de l'enlèvement verse à l'entreprise privée spécialisée une redevance, financée par le produit des redevances. L'entreprise privée spécialisée réalise l'investissement en concertation avec la collectivité en charge de l'enlèvement. Elle se procure le capital externe nécessaire en vendant les créances à l'ordre de la collectivité en charge de l'enlèvement. Le produit réalisé par cette vente est dans tous les cas substantiel et, par conséquent, le financement est assuré, du fait qu'il s'agit de créances sûres puisque la collectivité en charge de l'enlèvement ne peut pas faire faillite et que les dettes sont couvertes par les redevances pour l'enlèvement des déchets. Cette technique de financement est intéressante parce que le budget de gestion des biens de la commune n'est pas concerné. Par contre, elle présente cet inconvénient que la collectivité en charge de l'enlèvement ne peut pas faire valoir d'opposition à l'égard de l'exploitant privé et des banques et doit poursuivre ses paiements à l'exploitant privé même en cas de perturbation de la prestation. Autre inconvénient, la durée du contrat est en général très longue, ce qui constitue une entrave à la souplesse d'adaptation de l'établissement public, par exemple en cas de modification de la demande.

Leasing (crédit-bail)

Le leasing consiste à louer à bail certaines choses avec option d'achat au terme du contrat de leasing. La cession de propriété par le bailleur de leasing à l'utilisateur du leasing n'est pas nécessairement un élément constitutif du contrat mais uniquement une possibilité. Les contrats de leasing sont utilisés principalement afin de réunir des capitaux privés pour le financement des investissements communaux à long terme. Il s'agit dans ces cas d'un leasing de financement. Dans le cadre de ce type de contrat, la société de leasing réalise un investissement donné avec des capitaux externes. L'établissement public utilise l'investissement en question sur la base d'un contrat de leasing avec la société de leasing. Les redevances du contrat de leasing sont financées par les redevances d'enlèvement des déchets qui sont prélevées sur les abonnés.

Le contrat de leasing présente cet avantage que le patrimoine des collectivités publiques n'est pas concerné. Toutefois le risque matériel de l'investissement passe du bailleur de leasing à l'utilisateur du leasing. En effet, le contrat est conclu dans cette perspective que pendant toute la durée de validité du contrat de leasing, l'investissement sera utilisé exclusivement par la commune, c'est-à-dire que les engagements contractuels

portent sur une longue période. La commune est tenue de verser le loyer du leasing, même si la demande se modifie pour certaines prestations et donc que l'utilisation des capacités de l'installation devrait s'adapter (le cas peut même se présenter que l'installation devienne superflue).

Instruments de régulation écologique du secteur public

Les instruments de régulation écologique sont utilisés pour créer des incitations et des ressources de financement destinés à la réalisation de certains objectifs environnementaux. Les prix pour l'utilisation des ressources que constitue l'environnement sont fixés par des décisions politiques. Ils sont destinés à créer pour le facteur de production qu'est l'environnement des structures analogues à celle du marché, qui n'existeraient pas spontanément. La fiscalité et les taxes sur l'environnement ont un rôle d'orientation de la conduite des opérateurs qui exercent une action sur l'environnement. Finalement, il s'agit de créer des incitations pour mettre au point des techniques et susciter des comportements respectueux de l'environnement.

Jusqu'à aujourd'hui, il n'y a pas de concepts unifiées pour décrire les différents instruments financiers utilisés par l'Etat pour accroître les ressources et pour décrire les modalités d'incitation fiscale des interventions respectueuses de l'environnement. Les instruments que nous décrivons ci-dessous sont analogues à ceux examinés par Ekins et Speck (1999) :

- ▶ *Redevances de couverture des coûts*, taxes servant à faire disparaître les atteintes à l'environnement, et à accroître les recettes. Le seul moyen pour mesurer l'efficacité de cet instrument est de mettre en relation le produit des redevances et la modification des comportements.
- ▶ *Incitations fiscales* : Il s'agit de prélèvement destinés à modifier les comportements de dégradation de l'environnement et à accroître les recettes fiscales. Le succès de ces incitations ne peut être mesuré que par la mise en relation des rentrées fiscales et de la modification des comportements.
- ▶ *Fiscalité orientée principalement vers l'augmentation du produit* : Il s'agit toujours d'une incitation à modifier les comportements mais l'accent est mis ici sur le produit fiscal et sur le respect des prescriptions environnementales.

Les trois types de fiscalité de l'environnement ci-dessus ne s'excluent pas. Il se peut par exemple que la

redevance de couverture des coûts ait des effets d'incitation plus forts qu'un impôt destiné à accroître le produit fiscal et, inversement, que le produit fiscal majoré puisse être utilisé pour la mise en œuvre d'objectifs écologiques. Cela explique que la distinction entre impôts et redevance soit si difficile¹.

Impôts sur l'environnement et fiscalité écologique

Contrairement aux taxes sur l'environnement qui sont affectées directement aux projets environnementaux, ces recettes sont virées au budget public général et ne sont pas mises en relation directement ou automatiquement avec le secteur spécifique d'où elles proviennent. Elles constituent un instrument d'augmentation des recettes de l'Etat, un apport de la population au budget public pour le financement des tâches collectives, prises en charge par les établissements publics.

Impôts servant l'accroissement des ressources fiscales

- ▶ Impôts sur les matières premières ou taxe sur l'utilisation des ressources : Cet impôt porte sur l'utilisation de ressources déterminées et a pour but de susciter la mise au point de procédures et de techniques économisant les produits. L'exemple le plus marquant est la taxe sur l'essence et les huiles minérales.

Impôts d'incitation

- ▶ Taxe d'enlèvement des déchets : La taxe sur l'enlèvement des déchets sert d'instrument d'incitation pour réduire les déchets, pour produire des marchandises qui sont réutilisables, qui présentent certaines facilités de recyclage et produisent peu de déchet au rebutage. Le but recherché consiste à parvenir à des circuits de matières premières entièrement bouclés qui ont l'impact le plus faible sur l'environnement.
- ▶ Taxe sur les emballages : La taxe sur les emballages est un impôt local à la consommation prélevé à la vente des emballages qui ne sont pas réutilisables ou recyclables. L'application de cet impôt est limitée dans l'espace et ne peut pas être généralisée par la loi. (Remarque : Plusieurs pays européens ont suspendu la mise en œuvre de cet impôt.)
- ▶ Impôts sur les communes : L'impôt sur les communes, prélevé pour les quantités de déchets excessives constitue un instrument spécifique dont

dispose l'Etat. Il est prélevé sur les communes qui dépassent le volume de déchets qui a été fixé pour elles dans le cadre d'un bilan général. Il est conçu comme une incitation à l'amélioration du management des déchets par les communes, à la sensibilisation des populations pour une réduction des déchets, soit au total une réduction de ceux-ci. Une taxe est prélevée sur toutes les quantités excédentaires. La base de calcul des quantités est constituée par la moyenne annuelle des déchets. La base de calcul des quantités est constituée par la moyenne annuelle des déchets. Certaines catégories de déchets ne sont pas prises en compte pour l'établissement de cette référence, à savoir les fractions réutilisables, c'est-à-dire le papier et le verre qui sont collectés séparément, en dehors des ordures ménagères et qui peuvent être recyclés. Le recyclage peut être un traitement thermique. Ces déchets ne sont pas pris en compte pour le calcul de la taxe afin de stimuler le recyclage.

Taxes écologiques

Les taxes écologiques ont principalement pour fonction d'inciter à prévenir et à réduire les menaces pour l'environnement. Cette fonction d'orientation s'affirme nettement, à côté de leur vocation purement fiscale. Le produit des taxes écologiques est lié, c'est-à-dire qu'il est utilisé dans le secteur où il est recouvré.

Taxe d'enlèvement

Les taxes d'enlèvement sont prélevées directement sur le consommateur à l'achat d'un produit ou à l'acquisition d'un service, et représentent un moyen de faire supporter au consommateur les frais de traitement des produits en question. La législation communautaire a débouché sur un grand nombre de dispositions réglementaires portant création de taxes pour la réalisation des tâches de management des déchets, par exemple

- ▶ « Point vert » des déchets d'emballages. Moyennant paiement d'une licence d'utilisation, les entreprises ont le droit d'utiliser le « Point vert » indiquant au consommateur que les fabricants et les revendeurs financent la collecte et le tri des déchets (www.gruener-punkt.de).
- ▶ Système de reprise (par exemple pour les appareils électriques et électroniques, les vieilles voitures, les piles et les batteries d'accumulateurs). Aux termes de la législation, les fabricants et les revendeurs sont tenus de calculer les frais de reprise et de management des déchets pour ces ma-

¹ Voir également : Study on Environmental Taxes and Charges in the EU. Report of ECOTEC and others, avril 2001

tériaux et de les imputer aux prix des produits, comme pour les emballages.

Il est aussi possible d'instituer et de prélever des taxes sectorielles comme cela se fait pour le tourisme et les transports maritimes.

- ▶ Tourisme : La taxe est prélevée sur les touristes sous forme de majoration des frais d'hébergement, de la taxe de séjour ou de toute autre manière appropriée.
- ▶ Afin de prévenir le rejet des déchets dans la mer, une taxe de management des déchets est prélevée sur tous les navires à l'entrée dans les ports, qui sert à financer le management de ces déchets de manière sécuritaire dans les ports.

Taxes sur les produits

Les taxes sur les produits sont créées pour limiter la consommation et l'utilisation des matières premières et des biens au nom de considérations de régulation de la consommation énergétique et d'économie des matières premières. Les exemples en sont la taxe sur les boîtes (qui a été prélevée un certain temps au Danemark) et l'obligation de facturer une consigne (sur les boîtes et les bouteilles à jeter).

Taxes et impôts de traitement des déchets

Ce type de taxes existe dans un grand nombre de pays européens ; elles sont prélevés pour alimenter directement les filières de traitement des déchets : décharges, incinération et recyclage, c'est-à-dire pour diriger les déchets vers les équipements de traitement écologiquement les plus performants. Les modèles les plus courants sont les suivants :

- ▶ Taxe ou impôt sur l'alimentation des décharges : Il s'agit de taxes ou de majorations du prix des déchets dirigés vers les décharges avec pour but d'éviter que les décharges ne soient pas meilleur marché que les autres formes de traitement mais au moins aussi chères, voire plus. On crée ainsi une incitation au traitement de plus grandes quantités de déchets. La taxe sur les décharges peut aussi être prélevée pour réduire sensiblement les quantités déversées dans les décharges qui ne satisfont pas aux critères environnementaux. La taxe est alors modulée selon le type de déchet et les équipements de la décharge. Dans la perspective de la politique de protection de l'environnement, il s'agit d'inciter à la modernisation rapide des équipements des décharges polluantes, voire leur fermeture. La taxe alimente un

fonds commun généré par un organisme indépendant, qui sert pour gérer la fermeture des décharges polluantes, pour remettre en état les sols pollués et éliminer les anciennes pollutions. En plus de la réglementation pénale proprement dite, il est nécessaire d'harmoniser ces taxes au niveau international pour éviter que les déchets ne soient dirigés vers les décharges à bas prix, en particulier hors des frontières.

- ▶ Taxe et impôt sur l'incinération : Il s'agit de taxes spéciales ou de suppléments pour les déchets dirigés vers l'incinération. Ici aussi, il est possible de parvenir à une différenciation et un échelonnement avec incitation à utiliser un certain type d'installations (par exemple détourner de l'incinération pure et simple de type traditionnel pour s'orienter vers d'autres installations avec récupération de l'énergie). Par ailleurs, cette taxe peut aussi servir pour ne pas diriger exclusivement vers l'incinération dans la mesure où l'on pénalise le déchargement des déchets. Il s'agit de passer du stade de l'élimination directe des déchets à un modèle de traitement et de mise en valeur axé sur les flux de matières.

Licences et certificats environnementaux

Les licences et les certificats environnementaux sont octroyés ou vendus par l'Etat. Ils donnent droit à un certain type d'élimination des déchets et constituent un instrument d'orientation des opérateurs. Le but général consiste à parvenir au respect d'une certaine norme écologique moyennant les coûts les plus réduits, par exemple une certaine limite d'émission de polluants.

Les opérateurs à l'origine des pollutions sont tenus d'être en possession d'une licence et de respecter les limites pour le rejet de polluants dans l'environnement qui leur sont imposées par la licence. Il leur appartient alors de réduire les frais qui les frappent en diminuant les émissions de polluants dans l'environnement. Par contre, les gros pollueurs doivent acquérir des licences onéreuses auprès de ceux qui ne les utilisent pas. Cette technique constitue un moyen efficace pour limiter l'utilisation des ressources écologiques rares qui étaient gaspillées jusque-là.

Les licences d'utilisation sont aussi utilisées dans le secteur commercial pour limiter les emballages à jeter pour certains produits (par exemple les engrais) ou pour confiner les produits polluants à l'intérieur de certaines limites.

Les licences environnementales présentent pour avantage de garantir le respect des pollutions maximales et de réduire les coûts par la vente de points environnement et l'intensification des mesures de prévention. Il existe toutefois un problème à propos des licences, à savoir la possibilité de créer de véritables monopoles par l'achat massif de licences et de freiner l'accès des concurrents à ce marché.

Les certificats de gaz de serre CO₂ négociables sur le marché des émissions créé par les Communautés Européennes imposent aux opérateurs de centrales thermiques et d'équipements industriels de respecter une limite stricte de CO₂. Si une installation d'un opérateur rejette plus de polluants, celui-ci doit acquérir des certificats supplémentaires alors que ceux qui en réduisent les émissions peuvent vendre une partie de leurs certificats et améliorer leur poste recettes.

Les opérations du commerce des émissions sont contrôlées par des services spéciaux du commerce d'émissions qui cèdent et annulent les certificats et tiennent un registre de suivi. La vente des certificats d'émission pour les installations nouvelles est proportionnée à l'utilisation des possibilités techniques de réduction d'émission du gaz de serre. Une incitation est ainsi créée pour les investissements dans les techniques évoluées respectueuses du climat et utilisant les combustibles à faible taux de rejet de CO₂. En Allemagne, le service de commerce d'émissions relève de l'Office fédéral de l'environnement

L'utilisation de combustibles de substitution présentant un taux élevé de matières organiques biogènes provenant des déchets sur les systèmes de combustion mixte (voir aussi la fiche technique « Co-incinération industrielle ») peut donner droit à des certificats de CO₂. Actuellement, les installations d'incinération des ordures ne sont pas parties prenantes au commerce d'émissions.

A côté du commerce d'émissions, il existe deux autres mécanismes de régulation :

Mécanisme de projet « Joint Implementation » du

- ▶ protocole de Kyoto (JI ; projets communs des pays industrialisés pour la protection du climat)
- ▶ Mécanisme de développement propre - Clean Development Mechanism (CDM ; mesures convenues par les pays industriels et les pays en développement).

Il s'agit des instruments des mécanismes de projet inscrits au protocole de Kyoto permettant aux pays industriels et aux pays en développement de réaliser une

partie de leurs obligations au titre du protocole de Kyoto moyennant les coûts les moins élevés possibles, sur le territoire national mais aussi à l'extérieur. Les pays industrialisés peuvent réaliser avec les pays en développement des projets communs de protection du climat portant sur la réduction des émissions de polluants dans le pays en développement partie à ces accords. En échange de la réduction de l'émission des polluants, l'entreprise qui investit en technologies environnementales dans le pays en développement reçoit des certificats lui permettant de couvrir ses émissions propres ou de les négocier en commerce d'émissions.

Pour ce qui concerne le management des déchets, ce mécanisme présente un intérêt particulier dans le cas des projets concernant le gaz de décharge, du fait que le méthane dégagé par les décharges constitue une grande partie des émissions de polluants. Moyennant la combustion du méthane dans une centrale thermique à unités génératrices autonomes pour la production d'électricité et de chaleur, l'opérateur a droit à des certificats supplémentaires puisqu'il remplace les énergies fossiles pour la production de courant et de chaleur. Par conséquent, les projets en vertu desquels les pays en développement remplacent les décharges jusqu'ici incontrôlées par des décharges contrôlées avec récupération du méthane et production d'énergie par la combustion de celui-ci (voir aussi la fiche technique « Décharges pour déchets non dangereux ») sont des candidats à un financement de type CDM. Les projets CDM concernant le management des déchets peuvent porter aussi sur les déchets industriels, par exemple les eaux usées en provenance des raffineries d'huile de palme, de la production d'amidon, et les déchets organiques des élevages. Le méthane est prélevé sur les eaux usées et sert pour la production d'énergie ou est brûlé de manière à réduire le polluant gaz de serre.

Les techniques créées par le modèle CDM constituent pour les pays industrialisés une incitation à investir dans les projets qui, moyennant une dépense contrôlée, réduisent en conséquence les émissions à effet de serre et donnant aux pays en développement les ressources nécessaires pour des techniques et des investissements respectueux de l'environnement.

Le PNUE a établi un guide des projets CDM qui se trouve sur Internet à l'adresse

- <http://www.cd4cdm.org/Publications/FinanceCDMprojectsGuidebook.pdf>

Collecte et ramassage, transport et ramassage, transport des déchets

Introduction

L'élimination des déchets émis doit être conforme à la hiérarchie de gestion des déchets, accordant la priorité à la prévention des déchets de préférence à la valorisation matérielle et énergétique. Un bon concept de maîtrise des déchets doit inclure, en plus de la gestion des déchets, le traitement et le conditionnement, le stockage et toutes les opérations de collecte, de transport des déchets. Pour pouvoir satisfaire à cette définition, les déchets doivent être conditionnés à la source de manière appropriée. Si, pour des raisons techniques ou du point de vue de la rentabilité, il n'est pas possible de collecter et de traiter les déchets à proximité des points d'émission, ils seront transportés vers les installations de stockage ou de traitement par la voie directe ou avec stockage transitoire dans un dépôt.

La collecte et le transport des déchets comportent les opérations suivantes :

1. la collecte de tous les déchets industriels et des ordures ménagères, si possible avec tri préalable des différentes catégories de substances et la prise en charge des déchets composites sur les points de collecte ;
2. le transport des déchets ainsi collectés vers les installations de traitement, si nécessaire vers les points de stockage (transit) dotés des équipements de manutention nécessaires à cet effet.

La collecte et le transport des déchets sont des éléments extrêmement importants de la maîtrise des déchets alors qu'en général, on a tendance à sous-estimer cet aspect et à ne pas lui accorder toute l'attention qu'il mérite. Il s'agit pourtant de procédures extrêmement lourdes qui génèrent entre 60 et 80% des coûts à l'intérieur d'un système de maîtrise perfectionné et efficace. Un contrôle permanent sera donc institué pour en vérifier les possibilités d'optimisation afin de mieux maîtriser les coûts de la prise en charge des déchets. La composition des déchets dirigés vers le traitement, les quantités et la quantité de matériaux recyclables dépendent en grande partie de la nature, des capacités et de la disposition des contenants sur les points de collecte.

Ainsi, ces différents éléments pèsent d'un grand poids dans le coût général de la maîtrise des déchets. Il est évident que le premier stade de la maîtrise des déchets, à savoir la collecte et le transport, conditionne en grande partie l'efficacité de l'ensemble puisque c'est à ce niveau que les déchets sont orientés vers le traitement.

Les facteurs suivants exercent une influence décisive sur l'efficacité et l'optimisation de l'organisation et de la réalisation de la collecte des déchets :

- ▶ la superficie de la circonscription de ramassage,
- ▶ les caractéristiques structurelles, économiques et sociales,
- ▶ la réglementation applicable
- ▶ l'attente des usagers concernant le système de maîtrise des déchets,
- ▶ les divers systèmes et les techniques de prise en charge des déchets.

Ces différents points feront l'objet de commentaires dans la partie consacrée à la réunion des informations qui sont nécessaires, à la présentation des structures générales et aux explications des fiches sur les techniques de collecte et de transport « Techniques de collecte et de transport ».

Collecte des déchets

La collecte des déchets est la partie de la procédure constituée par la mise à disposition et le remplissage des conteneurs de déchets, le ramassage par les véhicules spécialisés et la décharge des conteneurs. La collecte des déchets est donc la combinaison de diverses interventions humaines, de techniques et de procédures, avec pour principaux éléments :

- ▶ les contenants utilisés pour la collecte des déchets¹,
- ▶ les techniques de mise à disposition de contenants et de décharge,
- ▶ les véhicules de ramassage¹.

Dans les agglomérations présentant une grande densité de peuplement et des activités industrielles et commerciales diversifiées, il n'est pratiquement pas possible de réaliser la collecte de tous les déchets en utilisant un seul système. On recourt alors à différents systèmes adaptés aux quantités et à la nature des déchets, aux

¹ Les fiches techniques auxquelles il est fait renvoi informent sur les contenants appropriés, les techniques de ramassage et de transport.

conditions locales, en particulier l'espace disponible.

Nous décrivons ci-dessous différents types de collecte et de ramassage des déchets. Les fiches techniques présentées séparément donnent tous les détails spécifiques sur les contenants, les véhicules utilisés pour le transport et les modalités du transport. Les renvois et les liens automatiques dans les développements qui suivent relient les explications générales que nous donnons ici aux descriptions détaillées dans les fiches techniques, de manière à y accéder rapidement.

Organisation de la collecte des déchets

Le choix respectif d'un système de collecte implique la mise à disposition des contenants et les modalités du ramassage, qui est elle-même fonction des conditions spécifiques dans l'aire de collecte, de la nature des déchets qui y sont émis et des aspects logistiques généraux. Une première distinction peut être opérée ici au niveau le plus général entre système de collecte sur place et décharge des déchets par les usagers dans des points centraux de type déchèterie ou autre.

Collecte sur place

La collecte sur place est organisée pour les ordures ménagères et les déchets industriels généraux, les déchets rendant nécessaires une intervention particulière (par exemple les déchets biologiques, les déchets du bâtiment et les déchets encombrants). Les contenants sont déposés directement sur le lieu de production de déchets. Lorsque les contenants sont pleins, les émetteurs des déchets ou le personnel de service placent les contenants en bordure de la chaussée, si bien que l'on peut parler dans ce cas d'une collecte en bordure de la chaussée.

La tournée des véhicules de ramassage consiste à décharger tous les contenants en bordure de la chaussée, à chacun des points de collecte et de dépôt des contenants (on utilise dans ce cas des déchets de construction des conteneurs sur roues ou de décantation). A ce niveau, l'utilisation de contenants affectés aux différents usagers donne une plus grande facilité de maîtrise de la collecte et, moyennant l'utilisation d'une technique d'identification des contenants Technique d'identification des contenants, donne toute possibilité de moduler équitablement la redevance en fonction des quantités émises. Cette technique de collecte suppose que l'on dispose d'un espace suffisant aux points de dépose des contenants et sur les points de ramassage

ou en bordure de la chaussée. Des difficultés surviennent à ce niveau dans les zones de forte densité de constructions et d'aménagements, alors que dans les zones de peuplement disséminé, le coût du ramassage est grevé par les déplacements longs entre les différents points, pour des quantités relativement faibles.

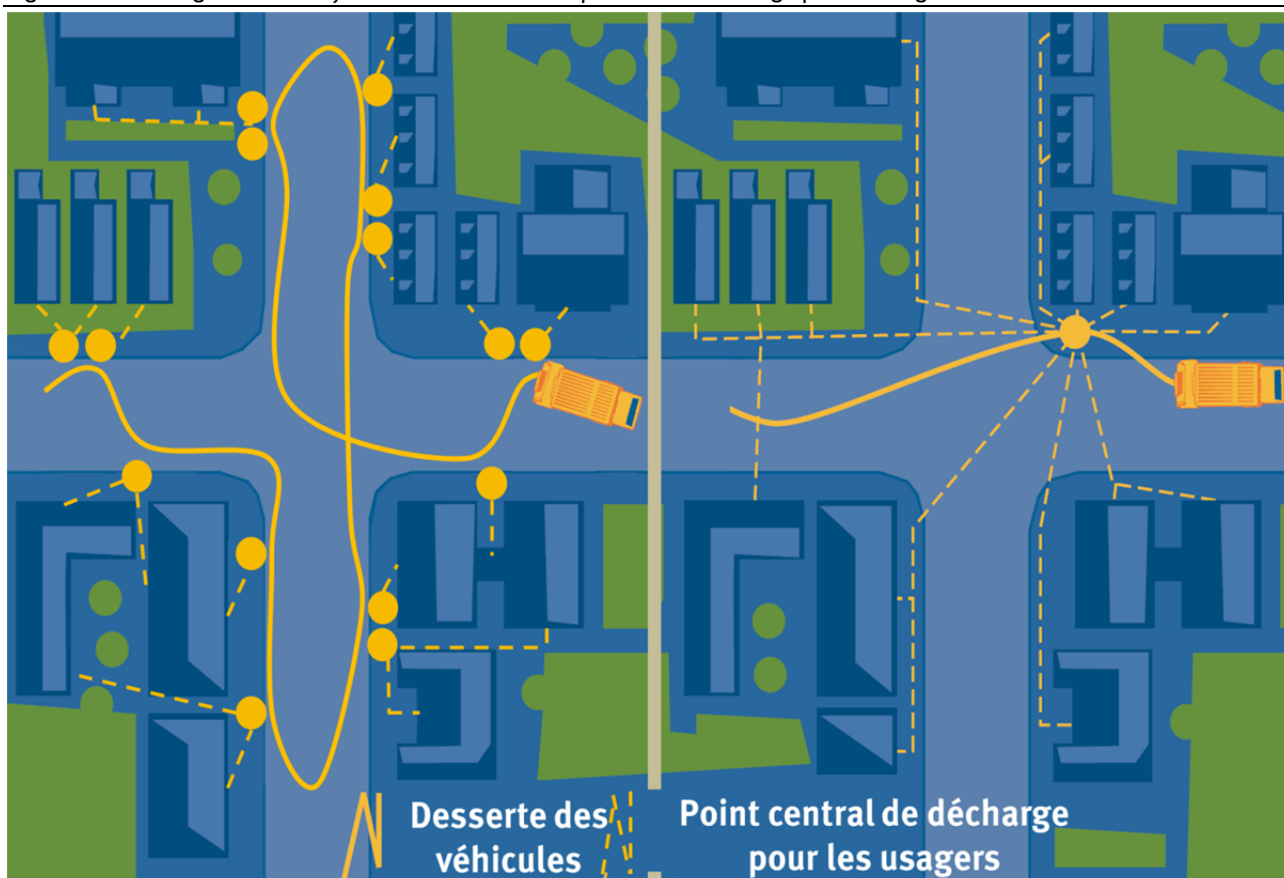
Décharge des déchets par les usagers

Avec ce système, il appartient aux usagers de déplacer les contenants de déchets et de les entreposer aux points de ramassage centraux. Avec ce type de collecte, un grand nombre d'émetteurs de déchets utilisent conjointement les contenants mis à leur disposition. Avec ce type de collecte, un grand nombre d'émetteurs de déchets utilisent conjointement les contenants mis à leur disposition. Il s'agit dans de nombreux cas de conteneurs de déchets à grande capacité et de dimensions supérieures, par exemple des conteneurs de dépôt. En fonction de la rapidité d'utilisation, les conteneurs sont déchargés régulièrement ou sur appel. Par rapport au ramassage en bordure de la chaussée, cette technique a pour avantage de supprimer les tournées complètes de ramassage et de se concentrer sur un nombre limité de points de collecte, établis sur quelques sites centraux. Ce système de collecte est particulièrement recommandé dans les zones de forte densité de peuplement, là où les ordures ménagères ont déjà fait l'objet d'un tri avec en particulier séparation des matières sèches, car il permet de rationaliser la collecte. L'implantation des conteneurs et les horaires de ramassage seront adaptés autant que possible aux conditions locales afin de satisfaire la demande des usagers et d'encourager la collecte centralisée. Les éléments principaux intervenant à ce niveau sont l'alternance des heures d'activité et de silence, les considérations esthétiques et la répartition des surfaces affectées aux différentes aires. Les points de collecte les plus facilement acceptés sont ceux qui se situent aux endroits facilement identifiables, dans les zones de grande affluence de population, par exemple à proximité immédiate des centres commerciaux et directement sur les aires des grands parkings. Il va sans dire que le nettoyage régulier de ces points de collecte revêt la plus grande importance.

La décharge par les usagers comporte aussi les systèmes de reprise des emballages et les déchèteries publiques. Il s'agit en général de points de collecte placés sous surveillance, destinés à recueillir les déchets en provenance des ménages, principalement la fraction des déchets recyclables. Les émetteurs de déchets peuvent en utiliser les services gratuitement et, pour certains

types de déchets, doivent verser une redevance

Figure 1: Schéma général des systèmes de collecte sur place et de décharge par les usagers



La gratuité du service se justifie en particulier pour les matériaux facilement recyclables et dans les cas où les frais de fonctionnement des déchèteries sont déjà couverts par la redevance de prise en charge. Le service des déchèteries est conçu comme une incitation à trier les déchets et à soumettre séparément les matériaux recyclables par la réduction proportionnée de la redevance.

En règle générale, la collecte des matériaux par les déchèteries et les services spécialisés pour les matériaux recyclables donne un meilleur rendement en matériaux, une meilleure qualité de la capacité de recyclage et un plus grand produit à la vente par le contrôle existant dans ces établissements. C'est particulièrement le cas pour les vieux papiers (voir Tableau 1).

Tableau 1: Différences des frais de collecte et de la qualité des vieux papiers d'imprimerie recyclables en fonction du système de collecte utilisé (bilan de la situation en Allemagne, INTECUS GmbH, version 2005)

Système de collecte	Collecte sur place, indifférenciée	Décharge des déchets par les usagers en conteneurs de dépôt	Déchèterie
Coût de la collecte	~100 €/Mg	~70 €/Mg	~110 €/Mg
Taux des matériaux indésirables dans les vieux papiers collectés	~ 18 % (dont 2% de matériaux étrangers au papier)	~ 3.5 % (dont 0,4 % de matériaux étrangers au papier)	~ 0.5 % (dont 0,1% de matériaux étrangers au papier)

Le produit plus élevé sur les matériaux collectés par suite d'une meilleure séparation et d'une meilleure qualité des matériaux compense (tout au moins partiellement) les frais plus conséquents occasionnés par la création et la gestion des déchèteries et des services spécialisés. Les

Ramassage des déchets et transport

déchèteries peuvent aussi être chargées de collecter les matériaux particulièrement dangereux pour l'environnement, par exemple batteries d'accumulateurs, déchets de peintures et vernis, ferraille électronique etc. et de participer ainsi à l'élimination contrôlée des déchets. Les déchèteries et les services spécialisés sont également susceptibles de participer aux programmes sociaux et aux services d'assistance. Les déchèteries peuvent par exemple employer des handicapés, des chômeurs à la recherche de travail et autres catégories pénalisées de la population pour réparer et traiter certains produits recyclés, avec garantie de financement d'au moins une partie des coûts sur le produit de la vente. Les meilleurs exemples en sont la réparation des vieux appareils électroniques et le prélèvement des matériaux recyclables, la réfection des vieux meubles qui sont ensuite proposés aux brocanteurs.

Organisation de la collecte

Il existe trois grandes techniques de collecte :

- ▶ Ramassage par déchargement (les conteneurs sont vidés sur le point de collecte et remis en place vides),
- ▶ Ramassage par substitution (les conteneurs remplis sont pris en charge et remplacés par des conteneurs vides),
- ▶ Enlèvement des déchets avec les contenants (les contenants [sacs] sont chargés et pris en charge avec les déchets).

Pour les déchets spécifiques, le ramassage a lieu de manière ponctuelle, en fonction de la demande. C'est en particulier le cas pour les déchets qui sont émis de manière intermittente et qui se présentent sous une forme incompatible avec les contenants traditionnels. Ils sont collectés en vrac et ramassés selon les nécessités. Il s'agit principalement des vieux meubles, des appareils électroménagers et des appareils électroniques, des produits à forte teneur en polluants).

Il existe des conteneurs adaptés, voire même spécialement conçus pour chacune des techniques de collecte et de ramassage envisagées précédemment [fiches techniques Collecte] et des véhicules de transport entièrement adaptés [fiches techniques Ramassage et transport] avec équipements de chargement et un personnel opérateur qualifié.

Ramassage par déchargement

Cette technique est utilisée principalement pour ramasser les ordures ménagères et les petites quantités de déchets industriels collectées en général dans des conte-

nants standardisés. Les contenants sont levés au niveau de la caisse du véhicule de ramassage et déversés dans la soute, après quoi le contenant vide est remis en place. On utilise pour cette technique différents types de véhicules, par exemple, pour les conteneurs mobiles d'une capacité jusqu'à environ 1,5 m³ des chargeurs arrière, des chargeurs avant et des chargeurs latéraux. Les camions avec caisse aménagée pour conteneurs de dépôt ouverts représentent la solution la plus rationnelle pour le déchargement des conteneurs de décantation.

Ramassage par substitution

Cette technique est particulièrement intéressante pour les déchets fortement compactés, par exemple les déchets du bâtiment, et les déchets de moindre densité mais fortement concentrés en grandes quantités, par exemple les déchets des entreprises industrielles, des établissements hôteliers, etc. L'échange des conteneurs pleins contre les conteneurs vides est réalisé directement sur le point de collecte. Le véhicule de ramassage apporte les conteneurs vides et repart vers l'installation de traitement ou de décharge avec les conteneurs pleins. Pour des raisons de rentabilité, on utilise principalement des contenants, des conteneurs à grande capacité, par ex. des conteneurs de décantation et des conteneurs sur roues, et des véhicules dont la caisse a été aménagée et qui sont dotés des équipements de levage nécessaires.

Enlèvement des déchets avec les contenants

Les déchets sont ramassés en vrac ou avec les contenants qui sont eux-mêmes traités ou déchargés. Ces contenants sont par exemple des sacs à ordures ou des sacs à soufflet qui sont absolument neutres pour le traitement, voire même le facilitent par leurs qualités au recyclage. Il s'agit là d'un élément de rentabilisation du ramassage. Avec cette technique, tout le cycle acquisition des contenants, décharge, remise en place et nettoyage, est supprimé. Par contre, cette technique a pour inconvénient de nécessiter plus de personnel manutentionnaire et les capacités sont limitées par la taille des sacs. Les véhicules recommandés pour cette technique de ramassage sont les chargeurs arrière et les véhicules avec caisse aménagée pour conteneurs de décantation ouverts.

Collecte et ramassage ponctuels, autres techniques

Ce système ponctuel ne nécessite aucun contenant particulier. Les déchets se présentent soit en vrac, soit conditionnés dans des contenants disponibles sur place. Par conséquent, le véhicule de ramassage doit être adapté aux différents cas de figure, par exemple des chargeurs arrière, les camions à plateau coulissant, les conte-

Ramassage des déchets et transport

neurs de décantation ou tout simplement les bennes basculantes et les camions à plateau.

Les systèmes fonctionnant par aspiration et pompage du vide représentent une technique originale consistant à associer en une seule opération la collecte et le ramassage des déchets, qui est intéressante mais relativement onéreuse. Ces équipements sont utilisés actuellement dans les zones de forte densité de population, là où des considérations esthétiques générales le justifient et lorsqu'il faut assurer l'évacuation immédiate (par exemple pour les déchets dangereux du point de vue hygiénique). Cette technique présente cet avantage de supprimer la collecte des déchets (en conteneurs) sur les lieux de l'émission.

Transport des déchets

Après la collecte, ceux-ci sont transportés vers les installations de traitement et les décharges. La longueur de ce transport est fonction de l'éloignement des installations en aval. Conséquence des efforts déployés pour centraliser le traitement des déchets en quelques points choisis, les distances parcourues ont tendance à s'allonger et il devient nécessaire de créer des points de transbordement.

Pour le transport des déchets sur de courtes distances, il est préférable de le réaliser en association avec la collecte [fiches techniques « Ramassage et transport »]. Par contre, il devient difficile de réaliser les transports à longue distance avec ces véhicules, du fait qu'ils sont conçus uniquement pour le ramassage, ont une capacité limitée et devraient embarquer un personnel spécialisé.

Les transports sur de longues distances s'imposent lorsque les installations de traitement sont lointaines et pour tout autre principe de rentabilisation. On utilise à cet effet différentes techniques et modèles de conteneurs [voir fiches techniques « Conteneurs de décantation », « Conteneurs sur roues », « Conteneurs interchangeables »] et véhicules [voir fiche technique « Véhicule à plateau coulissant »]. Dans certains cas, il est nécessaire de décharger les déchets dans des stations de transbordement. Pour garantir un processus rentable, les coûts doivent être justifiés par un bilan financier plus intéressant que le transport direct dans les véhicules de ramassage la collecte.

Une différence de transport des déchets peut être opérée en fonction des critères suivants :

- ▶ Le moyen de transport utilisé : camions, wagon, péniche ;

- ▶ Les types de conteneurs utilisés et l'aménagement des caisses des véhicules de transport : ouverts, fermés, mobiles ou fixes ;
- ▶ L'état des déchets pris en charge pour le transport : en vrac ou compactés.

Les stations de transbordement (transit) doivent bien entendu être aménagées en fonction de ces spécificités.

Transport par camion, wagon ou péniche

Bien entendu, des voies de circulation en parfait état doivent exister entre les points de collecte et les installations de traitement et de décharge. La disponibilité des voies de circulation constitue un élément primordial pour la prévision d'implantation des installations de traitement. En l'absence de voie routière performante, on utilisera la voie ferrée ou la voie d'eau avec prise en considération des opérations supplémentaires de manutention. Il s'agit alors de transports combinés.

En plus de la manutention supplémentaire, les transports combinés présentent cet autre inconvénient qu'ils s'adaptent difficilement à la modification des conditions d'exploitation et qu'ils ne sont intéressants que pour des quantités de déchets relativement élevées. Le transport par la voie d'eau peut être interrompu par les hautes eaux et la glace, rendant nécessaire l'utilisation de capacités de stockage supplémentaires. Les transports ferroviaires et par la voie d'eau supposent par ailleurs l'intervention d'opérateurs expérimentés, maîtrisant parfaitement les problèmes logistiques du transport des déchets, capables de mettre en place des chaînes de transport continu et de mobiliser les capacités nécessaires.

Le transport par la voie ferrée et la voie d'eau a pour grand avantage par rapport aux transports routiers de proposer de plus grandes capacités pour chaque convoi (charge maximale: semi-remorque 25 t, train env. 1000 t, péniche 500–3000 t), de dégager beaucoup moins de polluants, de consommer beaucoup moins d'énergie et d'offrir une plus grande sécurité. Il est relativement facile d'adapter les capacités de chaque type de transport aux fluctuations de l'apport en déchets mais, pour chacun d'eux, les modifications à très court terme peuvent se heurter à des pénuries en matière de disponibilité.

Compte tenu de tous les avantages et de tous les inconvénients, le transport des déchets par la route reste la solution la mieux adaptée alors que la voie ferrée et la voie d'eau seront retenues pour les grandes quantités de déchets, les transports sur de très longue distance et la

Ramassage des déchets et transport

desserte immédiate en bordure de la voie ferrée et de la voie d'eau.

Transport en caisse fixe

Les véhicules à caisse fixe pour le transport longue distance sont chargés avec les différents équipements techniques appropriés : chargeurs sur roues, bennes preneuses, rampes de chargement des postes de transbordement. Les semi-remorques avec caisse résistante fermée sont particulièrement bien adaptées pour le transport des déchets compactés. Dans la plupart des cas, les déchets sont livrés en vrac au poste de transbordement et compactés sur le véhicule par les équipements du poste ou ceux du véhicule.

Les semi-remorques sont également utilisées pour le transport des déchets en vrac, dans la plupart des cas sur remorque ouverte dans la partie supérieure. Le déchargement est effectué par un mécanisme de basculement intégré ou la semi-remorque est équipée d'un plancher coulissant. Les remorques à caisse ouverte dans la partie supérieure sont couramment utilisées pour les transports par train ou péniche, en particulier pour les déchets minéraux, la ferraille ou les déchets encombrants.

Transport en caisse mobile

Afin de réduire la dépense énergétique pour le transbordement, on utilise les transporteurs à caisse support de conteneurs mobiles pour les trois types de transport envisagés précédemment. Leur grand avantage est constitué par la simplicité de manutention exécutée en une seule opération. Plusieurs équipements sont même conçus de telle manière qu'ils ne nécessitent aucune intervention extérieure, par exemple un engin de levage, et par échange direct de la caisse. Ces techniques réduisent considérablement les émissions de polluants et facilitent donc la procédure d'homologation du transbordement. Ces avantages expliquent que la proportion des véhicules avec caisse mobile augmente constamment pour le transbordement entre le ramassage et le chargement sur les véhicules de transport longue distance.

Les conteneurs de décantation sont particulièrement intéressants pour le transport longue distance des matériaux de recyclage tels que les vieux papiers et le verre.

Les dernières évolutions techniques concernant les véhicules de ramassage permettent désormais d'équiper les transporteurs de conteneurs mobiles fermés avec dispositif de compactage intégré. Les semi-remorques les plus évolués ont une capacité jusqu'à trois conteneurs et exécutent la manutention des conteneurs sans aide extérieure. Il existe aussi des wagons de chemin de fer et des péniches dotés des mêmes équipements, encore que l'intervention des engins de levage reste toujours nécessaire pour les véhicules sur rail et les péniches. Mais on a souvent recours à un engin de levage pour le chargement et le déchargement des deux derniers cas cités.

Remarque : Les fiches techniques auxquelles il est fait renvoi décrivent en détail les technologies évoquées précédemment.

Tableau 2: Sommaire des fiches techniques sur les technologies et les équipements indiqués

Section	Fiche technique
Collecte	<u>Conteneur sur roues</u> <u>Conteneur de décantation</u> <u>Poubelles conteneurs mobiles</u> <u>Conteneur de dépôt</u> <u>Collecte de sacs</u> <u>Sacs à soufflets</u>
Ramassage	<u>Véhicule de ramassage des ordures à chargement arrière</u> <u>Véhicule de ramassage des ordures à chargement avant</u> <u>Véhicule de ramassage des ordures à chargement latéral</u> <u>Ramassage pneumatique</u> <u>Système d'identification des contenants de déchets</u>
Transbordement et Transport	<u>Semi-remorque à plateau coulissant</u> <u>Conteneurs interchangeables</u> <u>Poste de transit des déchets</u>

CONTENEUR SUR ROUES

DOMAINE
D'APPLICATION ET
UTILISATIONS

- Ramassage, stockage temporaire et transport des déchets de nature diverse

CARACTÉRISTIQUE DU CADRE GÉNÉRAL DE L'APPLICATION

APPLICABLE NOTAMMENT AUX TYPES DE DÉCHETS SUIVANTS

Verre usagé	X	Emballages légers	X	Déchets alimentaires et déchets verts	X
Papier et carton	X	Ordures ménagères composites	X	Déchets encombrants	X
Lampes usagées		Textiles usagés		Déchets d'équipement électriques et électroniques	X
Ferraille	X	Bois usagés	X	Déchets de construction et de démolition	X
Huiles de vidange		Peintures et vernis usagés		Pneumatiques usés	X
Déchets dangereux					
Déchets de fabrication et spécifiques de certaines activités					
Autres types de déchets	X	Tous les déchets solides provenant des activités industrielles et commerciales réunis en grandes quantités sur un espace réduit pendant une période brève.			

CARACTÉRISTIQUES ET SPÉCIFICATIONS SPÉCIALES POUR L'UTILISATION

Nécessité d'un traitement préliminaire :

Par principe, non, sauf dans le cas où les dimensions des déchets excèdent celles des conteneurs, auquel cas il est nécessaire de les déchiqueter.

Possibilité d'utilisation du matériau brut :

Indépendante du conteneur

INFLUENCE DES FACTEURS EXTÉRIEURS SUR LES POSSIBILITÉS ET LES TYPES D'APPLICATION

Infrastructures :

Les conteneurs doivent être entreposés à un endroit de superficie suffisante et facilement accessible pour les véhicules de ramassage. Les conteneurs sur roues sont particulièrement bien adaptés pour la collecte et le stockage de certaines ordures ménagères aux points de ramassage centraux, par exemple les appareils ménagers encombrants et pondéreux (électroménagers) également appelés cours de matériaux nobles. L'aire de ramassage sera suffisamment consolidée pour que le conteneur de décantation chargé ne s'enfoncé pas dans le sol.

Conditions climatiques :

Pas de limitation, possibilité de gel des matériaux aux températures extrêmement basses.

DÉTAILS TECHNIQUES

APERÇU GÉNÉRAL

DESCRIPTION
BRÈVE

Les conteneurs sur roues sont le système standard de ramassage et de transport (DIN 30 722) le plus répandu, ce qui s'explique par les facilités de préhension et de fixation du conteneur sur le véhicule de ramassage. Il s'agit du type de conteneurs le plus répandu et le plus simple pour le ramassage et le transport des déchets en contenants interchangeables (les conteneurs pleins sont remplacés par des conteneurs vides qui sont conduits sur l'aire de collecte). On utilise pour le transport des conteneurs sur roues les camions à benne et les remorques. En général, les conteneurs sont chargés directement sur le véhicule. Les conteneurs sur roues de géométrie spéciale sont particulièrement bien adaptés pour la collecte des ordures ménagères entreposées sur les aires de ramassage, en particulier les matériaux de forte densité et difficiles à compacter (par exemple le verre et les déchets de papier d'imprimerie). Les conteneurs divisés en plusieurs compartiments sont fréquemment utilisés pour la séparation avant ramassage des différentes fractions.

<p>SPÉCIFICATIONS DE BASE</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Modèle courant : Aire de collecte appropriée, d'accès facile, et véhicules de transport appropriés avec équipement de préhension et de fixation des conteneurs.
<p>AVANTAGES PARTICULIERS</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Pour les différentes opérations de ramassage des déchets et, principalement, le transport ; également adaptés pour le stockage temporaire des déchets. - Application généralisée pour les différents types de déchets. - Géométries spéciales s'adaptant au châssis des véhicules ; échange des conteneurs. - Prix à l'acquisition relativement bas par suite du degré poussé de standardisation.
<p>HANDICAPS SPÉCIFIQUES</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Pas de compactage dans les conteneurs, sauf sur les modèles spéciaux équipés d'une presse. - Les autres équipements techniques pour le transport sur de longues distances sont plus rationnels (voir fiche technique « <u>Plateaux coulissants</u> »).
<p>DÉTAIL DES APPLICATIONS</p>	
<p>PROCÉDURES TECHNIQUES</p>	<p>La figure ci-dessous montre des conteneurs de décantation tels qu'ils sont utilisés pour le ramassage sélectif des déchets déposés dans des centres de recyclage de matériaux nobles, ainsi que des conteneurs sur roues pour le ramassage sélectif de matériaux nobles (verre, papier et carton). Ce dernier modèle représente une variante spéciale du système à plusieurs compartiments.</p> <p>Figure 1: Conteneur sur roues au centre de recyclage (à gauche) et conteneur sur roues à plusieurs compartiments à droite) (Sources à gauche: Harald Heinritz, www.abfallbild.de / Source à droite : Intecus GmbH)</p>  <p>Les figures ci-dessous représentent le chargement et le déchargement du conteneur. Le conteneur permet de charger des fractions de déchets collectées et de les transporter jusqu'au prochain centre de traitement ou poste de transbordement (Figure 2).</p> <p>Figure 2: Chargement d'un conteneur sur roues par le bras de levage installé sur le véhicule de ramassage (Source à droite : Intecus GmbH/ Source à gauche: Harald Heinritz, www.abfallbild.de)</p> 
<p>COURANTS ET QUANTITÉS DE MATÉRIAU</p>	<p>La charge utile est limitée par le poids total en charge du véhicule et la construction du conteneur (charge maximale admissible).</p>

DOMAINE D'APPLICATION	La capacité des conteneurs sur roues s'établit entre 5 et 40 m ³ . La longueur oscille entre 4.400 et 7.800 mm (hors tout) et la largeur est en générale de 2.320 mm. La hauteur du conteneur dépend du type de construction ; le modèle de base a une hauteur entre 500 et 2.500 mm. Le poids à vide du conteneur est fonction du type de construction : légère, stable, lourde et se situe entre 1.300 kg et 3.300 kg. La hauteur de l'étrier de positionnement est de 1.570 mm, conformément à DIN 30 722.
LIENS ET POSSIBILITÉS DE COMBINAISON AVEC D'AUTRES TECHNIQUES	<p>Les géométries spéciales des conteneurs permettent le chargement sur équipement de compactage stationnaire ou embarqué et l'installation d'un équipement de compactage dans le conteneur afin d'en accroître la capacité. Les systèmes sont les suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Systèmes avec compactage stationnaire - Systèmes de compactage mobile pour le véhicule de ramassage - Systèmes avec compactage intégré <p>Les conteneurs sur roues homologués et pour lesquels une compagnie ferroviaire a délivré le certificat ACTS (<u>A</u>broll<u>c</u>ontainer-<u>T</u>ransport<u>s</u>ystem) peuvent être transportés sur plateau de wagon ou par bateau.</p> <p>Plusieurs fabricants proposent par ailleurs des équipements pour déverser les grands contenants sur 2 et 4 roues (MGBG) dans les conteneurs sur roues (voir fiche technique « <u>Conteneurs mobiles</u> »).</p>
GRANDS REPÈRES POUR L'APPLICATION: UTILISATION DES RESSOURCES	
DEMANDE EN MAIN-D'ŒUVRE	Un seul manutentionnaire, à savoir le conducteur, pour la saisie, la dépose et le transport du conteneur.
AUXILIAIRES OU AUTRES CONSOMMABLES	Le transport des conteneurs sur roues nécessite un véhicule avec installation de déversement sur roues. Un raccord électrique courant force est nécessaire pour les conteneurs sur roues à compactage interne.
ENCOMBREMENT AU SOL	L'aire pour le stockage et la saisie des conteneurs sur roues doit être plane et résistante ; a déclivité maximale est limitée à 5%. La surface nécessaire pour les conteneurs sur roues est, en fonction de la construction, de 4.400 (max. 7.800) x 2.320 mm. L'espace libre doit être suffisant pour permettre les manœuvres du véhicule de ramassage et, si nécessaire, pour la dépose d'un conteneur de rechange.
GRANDS REPÈRES POUR L'APPLICATION: COÛTS	
INVESTISSEMENT	<ul style="list-style-type: none"> - Véhicule de ramassage et caisse à bras de levage (3 essieux, charge utile de 20 Mg) : ~ 90.000–130.000 EUR - Conteneur (modèle de base) : ~ 3.500–7.000 EUR
COÛTS D'EXPLOITATION	<ul style="list-style-type: none"> - Réparation et maintenance : 11 % de l'investissement / an - Salaire d'une personne
AUTRES DETAILS	
APERÇU SUR LE MARCHÉ	
APPLICATIONS DE RÉFÉRENCE	La technique des conteneurs sur roues a donné toutes ses preuves depuis longtemps ; elle est utilisée par les opérateurs en ramassage et transport des déchets dans le monde entier.
FABRICANTS ET OPÉRATEURS AT-TESTES <i>(Important : La liste d'établissements qui suit n'est nullement exhaustive.)</i>	<p><u>Caisses des véhicules (bras de levage) :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - F.X. Meiller Fahrzeug- und Maschinenfabrik GmbH & Co KG, Munich www.meiller.com - Hüffermann Nutzfahrzeuge GmbH, Wildeshausen, www.hueffermann.de - PALFINGER GmbH, Ainring, www.palfinger.de <p><u>Conteneur</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Laudon GmbH & Co. KG, Weilerswist www.laudon.de

- Werner & Weber Deutschland GmbH, Oberhausen,
Transbordement/compactage
- Avermann Maschinenfabrik GmbH, Osnabrück
- Husmann Umwelttechnik GmbH, Dörpen

www.werner-weber.com

www.avermann.de

www.recycling-umwelt-technik.de

REMARQUES ET AUTRE DOCUMENTATION DE RÉFÉRENCE

Référence pour les normes applicables :

- **DIN 30722-1 à 4** : Abrollkipperfahrzeuge, Abrollkippeinrichtung (Véhicules Ampliroll, dispositif Ampliroll)
- **DIN 30730**: Mobile Behälterpressen – Absetzkipperfahrzeuge und Abrollkipperfahrzeuge (Compacteurs pour conteneurs à déchets – Bennes amovibles et véhicules Ampliroll)

CONTENEUR DE DÉCANTATION

DOMAINE D'APPLICATION ET UTILISATIONS

- Ramassage, stockage temporaire et transport des déchets de nature diverse

CARACTÉRISTIQUE DU CADRE GÉNÉRAL DE L'APPLICATION

APPLICABLE NOTAMMENT AUX TYPES DE DÉCHETS SUIVANTS

Verre usagé	X	Emballages légers	X	Déchets alimentaires et épiluchures	X
Papier et carton	X	Ordures ménagères composites	X	Déchets encombrants	X
Lampes usagées		Textiles usagés		Déchets d'équipements électriques et électroniques	X
Ferraille	X	Bois usagés	X	Déchets de construction et gravats	X
Huiles de vidange		Peintures et vernis usagés		Pneumatiques usés	X
Déchets dangereux					
Déchets de fabrication et spécifiques de certaines activités					
Autres types de déchets	X	Tous les déchets solides provenant des activités industrielles et commerciales réunis en grandes quantités sur un espace réduit pendant une période brève.			

CARACTÉRISTIQUES ET SPÉCIFICATIONS SPÉCIALES POUR L'UTILISATION

Nécessité d'un traitement préliminaire :

Par principe, non, sauf dans le cas où les dimensions des déchets excèdent celles des conteneurs, auquel cas il est nécessaire de les déchiqueter.

Possibilité d'utilisation du matériau brut :

Indépendante du conteneur

INFLUENCE DES FACTEURS EXTÉRIEURS SUR LES POSSIBILITÉS ET LES TYPES D'APPLICATION

Infrastructures :

Les conteneurs doivent être entreposés à un endroit de superficie suffisante et facilement accessible pour les véhicules de ramassage. Aucune autre limitation. Les conteneurs sur roue sont particulièrement bien adaptés pour la collecte et le stockage de certains déchets aux points de ramassage centraux, par exemple les appareils ménagers encombrants et les déchets dits « blancs » (électroménager) déposés dans les centres de recyclage. L'aire de ramassage sera suffisamment consolidée pour que le conteneur de décantation chargé ne s'enfonce pas dans le sol.

Conditions climatiques :



Pas de limitation mais possibilité de gel des matériaux aux températures extrêmement basses.

DÉTAILS TECHNIQUES

APERÇU GÉNÉRAL

DESCRIPTION BRÈVE

Les conteneurs de décantation est le système standard de ramassage et de transport (DIN 30 722) le plus répandu, ce qui s'explique par les facilités de préhension et de fixation du conteneur sur le véhicule de ramassage. Comme pour les conteneurs sur roues (voir la fiche technique «[Conteneurs sur roues](#)», il s'agit du type de conteneurs le plus répandu et le plus simple pour le ramassage et le transport des déchets en contenants interchangeables (les conteneurs pleins sont remplacés par des conteneurs vides qui sont conduits sur l'aire de collecte). On utilise pour le transport des conteneurs de décantation les camions à benne et les remorques. En général, les conteneurs sont chargés directement sur le véhicule.

<p>SPÉCIFICATIONS DE BASE</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Modèle courant : Aire de collecte appropriée, d'accès facile, et véhicules de transport appropriés avec équipement de préhension et de fixation des conteneurs.
<p>AVANTAGES PARTICULIERS</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Pour les différentes opérations de ramassage des déchets et, principalement, le transport ; également adaptés pour le stockage temporaire des déchets. - Application généralisée pour les différents types de déchets. - Géométries spéciales s'adaptant au châssis des véhicules ; échange des conteneurs. - Prix à l'acquisition relativement bas par suite du degré poussé de standardisation.
<p>INCONVENIENTS SPÉCIFIQUES</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Pas de compactage dans les conteneurs, sauf sur les modèles spéciaux équipés d'une presse. - Les autres équipements techniques pour le transport sur de longues distances sont plus rationnels (voir fiche technique « <u>Plateaux coulissants</u> »).
<p>DETAIL DES APPLICATIONS</p>	
<p>PROCEDURES TECHNIQUES</p>	<p>Figure 3: Conteneurs de décantation empilé (à gauche) et chargement d'un conteneur de décantation (à droite) (Sources à gauche, à droite : Intecus GmbH)</p>  <p>Les conteneurs spéciaux de cette catégorie sont les conteneurs équipés d'installations de basculement et de compactage, les conteneurs empilables, les conteneurs à paroi arrière pliante.</p> <p>Figure 4: Conteneur de décantation pour la collecte de diverses fractions de déchets (Sources à droite, à gauche: Petra Hoeß, FABION Markt + Medien, www.abfallbild.de)</p> 
<p>COURANTS ET QUANTITÉS DE MATÉRIAU</p>	<p>Capacité de chargement plus faible que les conteneurs sur roues. La charge utile est limitée par le poids total en charge du véhicule et la construction du conteneur (charge maximale admissible).</p>
<p>DOMAINE D'APPLICATION</p>	<p>La capacité des conteneurs de décantation varie entre 5 et 20 m³ selon la norme DIN, d'autres dimensions étant également utilisées, pour une longueur entre 1.500 et 4.800 mm et une largeur généralement de 1.520 mm. La hauteur du conteneur dépend du type de construction ; le modèle de base a une hauteur de 1.500 mm. Le poids à vide du conteneur est fonction du type de construction et de l'utilisation et se situe entre 300 kg et 1.500 kg.</p>

LIENS ET POSSIBILITÉS DE COMBINAISON AVEC D'AUTRES TECHNIQUES	Certains modèles sont équipés d'installations pour les fonctions spéciales intégrées ; il est aussi possible de les doter d'un équipement de compactage pour accroître la capacité de chargement.
GRANDS REPERES POUR LES APPLICATIONS : UTILISATION DES RESSOURCES	
DEMANDE EN MAIN- D'ŒUVRE	Un seul manutentionnaire, à savoir le conducteur, pour la saisie, la dépose et le transport du conteneur.
AUXILIAIRES OU AUTRES CONSOMMABLES	Le transport des conteneurs de décantation nécessite un véhicule avec installation de déversement. Un raccord électrique courant force est nécessaire pour les conteneurs de décantation à compactage interne.
ENCOMBREMENT AU SOL	La surface nécessaire pour les conteneurs de décantation est, en fonction de la construction, d'au moins 3.000 x 1.920 mm. L'espace libre doit être suffisant pour permettre les manœuvres du véhicule de ramassage et, si nécessaire, pour la dépose d'un conteneur de rechange.
GRANDS REPERES POUR LES APPLICATIONS : COÛT	
INVESTISSEMENT	<ul style="list-style-type: none"> - Véhicule de transport et caisse (3 essieux, charge utile de 13 Mg): ~ 75.000 – 120.000 EUR - Conteneur (modèle de base): ~ 1.500 – 3.500 EUR
COUTS D'EXPLOITATION	<ul style="list-style-type: none"> - Réparation et maintenance: 11 % de l'investissement / an - Salaire d'une personne
AUTRES DETAILS	
APERÇU SUR LE MARCHÉ	
APPLICATIONS DE REFERENCE	La technique des conteneurs de décantation a donné toutes ses preuves depuis longtemps; elle est utilisée par les opérateurs en ramassage et transport des déchets dans le monde entier.
FABRICANTS ET OPÉRATEURS ATTESTES <i>(Important : La liste d'établissements qui suit n'est nullement exhaustive.)</i>	<p><u>Caisnes des véhicules :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - F.X. Meiller Fahrzeug- und Maschinenfabrik GmbH & Co KG, Munich www.meiller.com - PALFINGER GmbH, Ainring, www.palfinger.de <p><u>Conteneur</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Laudon GmbH & Co. KG, Weilerswist www.laudon.de - Sirch GmbH & Co. KG, Kaufbeuren-Neugablonz www.sirch.com - Werner & Weber Deutschland GmbH, Oberhausen, www.werner-weber.com - Husmann Umwelttechnik GmbH, Dörpen www.recycling-umwelt-technik.de
REMARQUES ET AUTRE DOCUMENTATION DE REFERENCE	
<p><u>Référence pour les normes applicables :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - DIN 30720-1 et -2: Behälter für Absetzkipperfahrzeuge (Conteneurs pour bennes amovibles) - DIN 30723-1 et -2: Absetzkipperfahrzeuge, Absetzkippeinrichtung (Bennes amovibles, véhicules Ampliroll) - DIN 30730: Mobile Behälterpressen – Absetzkipperfahrzeuge und Abrollkipperfahrzeuge (Compacteurs pour conteneurs à déchets – Bennes amovibles et véhicules Ampliroll) - DIN 30735: Behälter mit einer maximalen Breite von 1520 mm für Absetzkipperfahrzeuge (Conteneurs d'une largeur maximale de 1520 mm pour les bennes amovibles) 	

POUBELLES CONTENEURS MOBILES / POUBELLES MOBILES À GRANDE CAPACITÉ

DOMAINE
D'APPLICATION ET
UTILISATIONS

- Ramassage des ordures des agglomérations et des PME

CARACTÉRISTIQUE DU CADRE GÉNÉRAL DE L'APPLICATION

APPLICABLE NOTAMMENT AUX TYPES DE DÉCHETS SUIVANTS

Verre usagé	X	Emballages légers	X	Déchets alimentaires et déchets verts	X
Papier et carton	X	Ordures ménagères composites	X	Déchets encombrants	
Lampes usagées		Textiles usagés		Déchets d'équipements électriques et électroniques	
Ferraille		Bois usagés		Déchets de construction et de démolition	
Huiles de vidange		Peintures et vernis usagés		Pneumatiques usés	
Déchets dangereux					
Déchets de fabrication et spécifiques de certaines activités					
Autres types de déchets	X	Tous les déchets solides provenant des activités industrielles et commerciales réunis en grandes quantités sur un espace réduit pendant une période brève.			

CARACTÉRISTIQUES ET SPÉCIFICATIONS SPÉCIALES POUR L'UTILISATION

Nécessité d'un traitement préliminaire :

En général non si les déchets ci-dessus se présentent tels qu'ils ont été décrits ; le déchetage s'impose si les déchets dépassent les dimensions des poubelles conteneurs.

Possibilité d'utilisation du matériau brut :

Le contenant ne joue en général aucun rôle.

Protection particulière :

Pour prévenir les risques d'accidents, les poubelles conteneurs sur 4 roues sont équipées par les fabricants d'un frein contre le déplacement inopiné ; la fermeture du couvercle est aménagée de manière que la poubelle conteneur puisse s'ouvrir de l'intérieur. Différents aménagements seront réalisés sur le déversement pour prévenir les risques de confusion entre les différents types de déchets (par exemple débris de verre, papier).

INFLUENCE DES FACTEURS EXTÉRIEURS SUR LES POSSIBILITÉS ET LES TYPES D'APPLICATION

Infrastructures :

Les poubelles conteneurs peuvent être utilisées dans toutes les zones ; elles sont bien adaptées au ramassage des déchets dans les zones de densité de peuplement variable par la possibilité d'en moduler la capacité. Les aires de ramassage seront consolidées afin que les poubelles conteneurs ne pénètrent pas dans le sol lorsqu'elles sont chargées. Il faut aussi qu'elles puissent être déplacées sur un sol plan pour faciliter le transport vers le lieu de déchargement. Les poubelles conteneurs en plastique ne sont pas appropriées pour les zones d'habitat à forte proportion de cendres dans les ordures.

Conditions climatiques :

Par principe aucune limitation mais possibilité de gel aux températures extrêmement basses. Pour des raisons d'hygiène, le ramassage sera assuré avec une périodicité courte si le taux des déchets organiques biodégradables est important, ce qui est particulièrement le cas dans les régions où la température ambiante est régulièrement supérieure à 20 °C.

DÉTAILS TECHNIQUES	
APERÇU GÉNÉRAL	
DESCRIPTION BRÈVE	Les poubelles conteneurs représentent le système le plus répandu en Europe pour le ramassage des ordures et déchets à proximité de l'habitat. Les poubelles conteneurs mobiles sont installées sur 2 roues pour une capacité de 80 à 390 litres et sur 4 roues pour une capacité de 500 à 5.000 litres. On utilise principalement les poubelles conteneurs dans les systèmes de ramassage avec déchargement des conteneurs (remplissage des poubelles conteneurs sur les lieux d'émission des déchets et déplacement sur le lieu de déversement dans le véhicule de ramassage (voir fiches techniques « <u>Benne de chargement arrière</u> », « <u>Benne à chargement latéral</u> »). Après déchargement, les poubelles conteneurs vides sont replacées sur le lieu de ramassage. Les poubelles conteneurs standardisées sont équipées d'un peigne de raclage ou d'une bordure spéciale pour la préhension sur l'élévateur du véhicule de ramassage.
SPÉCIFICATIONS DE BASE	- Véhicules de ramassage avec équipement de préhension approprié (par exemple peigne de raclage ou déversement Diamond) pour les conteneurs mobiles.
AVANTAGES PARTICULIERS	<ul style="list-style-type: none"> - Système largement répandu à proximité de l'habitat. - Facilité de manipulation et de déplacement. - Possibilité d'affecter des couleurs aux différents types de déchets pour les distinguer dans les poubelles conteneurs standardisées. - Conteneurs interchangeables. - Prix d'achat relativement modique. - Géométries spéciales pour distinguer les déchets, par exemple les ordures biodégradables.
HANDICAPS SPÉCIFIQUES	<ul style="list-style-type: none"> - Faible capacité, par de possibilité de compactage des déchets dans le conteneur, sauf aménagements spéciaux pour les déchets typiques. - Risque de départ du feu sur les poubelles conteneurs en plastique. - Gel des déchets humides aux températures extrêmement basses.
DÉTAIL DES APPLICATIONS	
PROCÉDURES TECHNIQUES	<p>Figure 5: Poubelles conteneurs mobiles pour déchets résiduels (à droite), pour vieux papiers (au centre) et pour déchets organiques (à gauche), toutes en matière plastique (Source à droite, au centre : Intecus GmbH, Source à gauche : Harald Heinritz, www.abfallbild.de)</p>  <p>Les autres modèles de poubelles conteneurs spéciales sont, entre autres, les conteneurs en acier galvanisé, avec couvercle circulaire ou plat, avec système de ventilation pour les déchets organiques, avec poignée pour le balayage. Les grands contenants sur 4 roues sont équipés de freins contre le déplacement inopiné ; des modèles sont disponibles en outre avec un couvercle de fermeture.</p>

Figure 6: GB (1.100 l) avec système de frein (à droite), modèle avec couvercle de fermeture (Sources à gauche, à droite: Harald Heinritz, www.abfallbild.de)



<p>COURANTS ET QUANTITÉS DE MATÉRIAU</p>	<p>En fonction de la zone de ramassage, des techniques de ramassage et de la capacité des poubelles conteneurs, le rendement de ramassage s'établit à 250 – 900 poubelles conteneurs par jour de travail pour chaque tournée.</p>
<p>DOMAINE D'APPLICATION</p>	<p>Les poubelles conteneurs sont particulièrement bien adaptées pour les différents types d'habitat et les différentes zones de ramassage, principalement pour les déchets des agglomérations et des PME. Les poubelles conteneurs courantes ont une capacité de 80 à 390 litres (versions sur 2 roues) et une capacité de 500 à 5.000 litres (versions 4 sur roues). L'utilisation des systèmes de déchargement standardisés sur les véhicules de ramassage permet de poser un dispositif de préhension (peigne) sur les poubelles conteneurs. Il existe un modèle spécial encore guère utilisé : le déversement de type Diamond, adapté pour le déchargement latéral et avant sur le véhicule de ramassage. Compte tenu du risque de départ du feu dans les poubelles conteneurs en plastique dans les zones à forte densité de cendres dans les déchets (chauffage domestique) et de la déformation sous chaleur, il est déconseillé d'utiliser les poubelles en plastique.</p>
<p>LIENS ET POSSIBILITÉS DE COMBINAISON AVEC D'AUTRES TECHNIQUES</p>	<p>Les poubelles conteneurs représentent le premier élément de la chaîne de collecte et de ramassage, c'est-à-dire qu'elles doivent être compatibles avec les étapes suivantes du point de vue technique. Des élévateurs sont en général requis pour la préhension des poubelles conteneurs sur les véhicules de ramassage. Ils sont proposés dans les variantes suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - comme élévateur simple ou double pour les poubelles conteneurs à 2 roues - pour les poubelles conteneurs à 2 et à 4 roues de capacité jusqu'à 1.100 ou - des poubelles conteneurs de capacité de 1 100 à 5 000
<p>GRANDS REPÈRES POUR LES APPLICATIONS: UTILISATION DES RESSOURCES</p>	
<p>DEMANDE EN MAIN-D'ŒUVRE</p>	<p>Le ramassage des poubelles conteneurs est assuré avec des bennes à chargement arrière (voir fiche technique « <u>Bennes à chargement arrière</u> ») et par une équipe de manutentionnaires composée d'un conducteur et de 1 à 4 personnes. Le ramassage est réalisé dans des conditions optimisées par une équipe 1+1 (un conducteur et un chargeur). Dans les zones de faible émission de déchets, on utilise aussi pour le ramassage les bennes à chargement latéral (voir fiche technique « <u>Chargeur latéral</u> ») ou avant (voir fiche technique « <u>Chargeur frontal</u> ») où toute la manutention est effectuée par le conducteur.</p>
<p>AUXILIAIRES OU AUTRES CONSOMMABLES</p>	<p>Le ramassage des poubelles conteneurs est assuré par des véhicules spéciaux avec dispositif de préhension adapté (déversement). (Voir également les fiches techniques « <u>Chargeur latéral</u> », « <u>Chargeur arrière</u> », « <u>Chargeur frontal</u> »).</p>
<p>ENCOMBREMENT AU SOL</p>	<p>Faible encombrement au sol pour les poubelles conteneurs d'une capacité de 80 – 240 litres. Par contre, les poubelles conteneurs sur 4 roues (par exemple de 1.100 l) nécessitent un espace de manœuvre conséquent. Les poubelles conteneurs se trouveront si possible sur une aire sans marche, consolidée, à proximité de la voie publique.</p>

Figure 7: Exemple d'aires de rangement des poubelles conteneurs 1.100 dans un grand ensemble (à droite) et devant une école (à gauche) (Source à droite: Intecus GmbH, Source à gauche: Reinhard Weikert, www.abfallbild.de)



Tableau 1: Dimension pour les types de conteneurs selon la norme DIN

Poubelle conteneur (l)	Hauteur (mm)	Largeur (mm)	Poids propre (kg)	Chargement max. (kg)
Poubelle 120	930	480	11	48
Poubelle 240	1 070	580	15	96
Poubelle 1 100	1 450	1 210	69	440

GRANDS REPÈRES POUR L'APPLICATION : COÛTS

INVESTISSEMENT

Poubelles conteneurs :

- MGB 80-120 : 15 – 35 EUR
- MGB 240 : 22 – 45 EUR
- MGB 1 100 : à partir de 160 EUR

Les fourchettes de prix indiquées s'entendent pour des lots minima de plusieurs milliers de poubelles conteneurs. Le prix des serrures à ouverture gravitaire s'élèvent à environ 20 EUR pour les poubelles sur 2 roues et à 50 EUR pour les poubelles sur 4 roues.

COÛTS D'EXPLOITATION

- Frais courants : Aucun
- Réparation et maintenance: 11 % de l'investissement / an
- Coûts induits par la modification des poubelles conteneurs

AUTRES DÉTAILS

APERÇU SUR LE MARCHÉ

APPLICATIONS DE RÉFÉRENCE

Le ramassage des ordures en Europe est assuré pour la plus grande partie en poubelles conteneurs. Les modèles les plus courants en Allemagne sont les poubelles conteneurs d'une capacité de 80, 120, 240 et 1.100 litres.

FABRICANTS ET OPÉRATEURS ATTESTÉS

(Important : La liste d'établissements qui suit n'est nullement exhaustive.)

Parmi les fabricants de poubelles conteneurs de grande capacité, on note par exemple :

- SULO Umwelttechnik GmbH & Co. KG, Herford,
- ESE GmbH, Neuruppin
- SSI Schäfer- Fritz Schäfer GmbH, Neunkirchen
- Paul Craemer GmbH, Herzebrock-Clarholz

www.sulo-umwelttechnik.de

www.es.com

www.ssi-schaefer.de

www.craemer.de

REMARQUES ET AUTRE DOCUMENTATION DE RÉFÉRENCE

Vous trouverez la liste des opérateurs et d'autres informations utiles sur le site de la fédération professionnelle des fabricants de conteneurs à déchets résiduels et recyclables :

Gütegemeinschaft Abfall- und Wertstoffbehälter e.V., Cologne,

www.ggawb.de

Référence pour les normes applicables :

Les certificats d'homologation ont été adoptés en Allemagne pour garantir la qualité des produits :

- Label **RAL-GZ AWB**,
- Directive de qualité **RAL-GZ 951/1** relative aux conteneurs à déchets résiduels et recyclables en plastique
- Directive de qualité **RAL-GZ 951/2** relative aux conteneurs à déchets résiduels et recyclables en métal

Les normes DIN suivantes définissent les conditions cadres pour les poubelles conteneurs mobiles :

- **DIN EN 840-1 à 6** : Poubelles conteneurs mobiles : Dimensions, procédures d'examen, exigences de santé et de sécurité,
- **DIN 30760**: Poubelles conteneurs mobiles - Poubelles conteneurs à deux roues et d'un volume nominal de 60 l à 360 l pour les déversements de type Diamond.

Les normes VDI suivantes définissent les conditions cadres pour les poubelles conteneurs mobiles :

- **VDI 2160** – Ramassage des déchets des bâtiments et des terrains – Exigences concernant les conteneurs, les emplacements et les voies de transport.

CONTENEUR DE DÉPÔT

DOMAINE
D'APPLICATION ET
UTILISATIONS

- Collecte sélective de certains types de déchets / matériaux issus des déchets communaux dans le cadre du ramassage des matériaux et des déchets artisanaux ou industriels.

CARACTÉRISTIQUE DU CADRE GÉNÉRAL DE L'APPLICATION

APPLICABLE NOTAMMENT AUX TYPES DE DÉCHETS SUIVANTS

Verre usagé	X	Emballages légers	X	Déchets alimentaires et épilchures	
Papier et carton	X	Ordures ménagères composites		Déchets encombrants	
Lampes usagées		Textiles usagés	X	Déchets d'équipements électriques et électroniques	(X)
Ferraille		Bois usagés		Déchets de construction et gravats	
Huiles de vidange		Peintures et vernis usagés		Pneumatiques usés	
Déchets dangereux					
Déchets de fabrication et spécifiques de certaines activités					
Autres types de déchets	X	Possible pour le ramassage de tous les déchets solides qui sont produits en petite quantité et de manière régulière dans des aires compactes.			

CARACTÉRISTIQUES ET SPÉCIFICATIONS SPÉCIALES POUR L'UTILISATION :

Nécessité d'un traitement préliminaire :

Afin de prévenir l'introduction de déchets indésirables, les orifices de chargement sont en général conçus en fonction des déchets ramassés (par exemple orifice circulaire pour le verre, fente pour le papier). Il est donc nécessaire de réduire la taille des déchets encombrants ou de les plier, par exemple les grands emballages en carton, avant de les rejeter.

Possibilité d'utilisation du matériau brut :

Illimitée, n'est pas conditionnée par la géométrie du conteneur.

Autres aspects :

La nuisance par le bruit peut être notable si la hauteur de chute dans les conteneurs est élevée.

INFLUENCE DES FACTEURS EXTÉRIEURS SUR LES POSSIBILITÉS ET LES TYPES D'APPLICATION :

Infrastructures :

Possibilités d'application universelle mais limitation par la nécessité d'avoir des aires suffisantes. En conséquence, les conteneurs sont installés dans des lieux centraux, souvent à la périphérie urbaine. Plusieurs modèles de conteneurs pouvant être placés sous abri sont proposés pour remédier à la pénurie de place et pour ne pas altérer l'esthétique urbaine.

Conditions climatiques : Aucune limitation ; il existe toutefois un risque de gel.

DÉTAILS TECHNIQUES	
APERÇU GÉNÉRAL	
DESCRIPTION BRÈVE	Les conteneurs de dépôt sont des contenants de déchets de grande capacité, utilisés en système de navette, en général pour le ramassage des matériaux (en particulier les vieux papiers, les restes de verre et les vieux textiles). Pour faciliter le ramassage, on utilise principalement des conteneurs d'une capacité utile de 2 à 5 m ³ . Des conteneurs de géométrie spéciale ont été conçus pour être placés sous terre, principalement dans les agglomérations veillant à ce que l'esthétique générale ne soit pas amputée ou par manque d'emplacements pour les conteneurs. De plus en plus souvent, les conteneurs de verre sont équipés de systèmes d'insonorisation. Le ramassage des conteneurs est effectué par camions à benne amovible avec potence de levage ou par camions équipés pour le chargement à l'arrière ou à l'avant. Les techniques de chargement utilisées sont le double crochet de préhension et le système de chargement breveté Kinshofer.
SPÉCIFICATIONS DE BASE	<ul style="list-style-type: none"> - Parc de véhicules de transport avec moyens de préhension et de levage pour le chargement et le déchargement. - Il est absolument nécessaire que les conteneurs de dépôt se trouvent à proximité immédiate de la voie publique.
AVANTAGES PARTICULIERS	<ul style="list-style-type: none"> - Conteneurs interchangeables. - Modalités d'application simples pour le ramassage des déchets et des matériaux. - Prix d'achat modique par suite du degré élevé de standardisation. - Technique de ramassage nécessitant un faible support logistique.
INCONVÉNIENTS SPÉCIFIQUES	<ul style="list-style-type: none"> - Pas de compactage dans le conteneur. - Risque de départ de feu dans les conteneurs de papiers sur la voie publique. - Capacité faible pour les cartons entiers. - Orifices d'introduction limités dans les conteneurs sous abri.
DETAIL DES APPLICATIONS	
PROCÉDURES TECHNIQUES	<p>La figure ci-après représente un conteneur de dépôt pour les types de déchets verre et vieux textiles.</p> <p>Figure 8: Conteneur de dépôt de verre trié par couleurs (à gauche), conteneur de dépôt de textiles usagés (au centre), conteneur à déchets sous abri (à droite) (Source à gauche : Harald Heinritz, www.abfallbild.de / Source au centre, à droite : Intecus GmbH)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">    </div> <p>Le ramassage des conteneurs de dépôt et à déchets sous abri est effectué par un véhicule muni d'un appareil de levage (Figure 2).</p>

Figure 9: Ramassage d'un conteneur de dépôt (à gauche) et d'un conteneur de déchets sous abri (à droite)
(Sources : Intecus GmbH)



Les conteneurs de dépôt se composent principalement d'un orifice d'introduction et d'un fond ouvrant pour transvaser le contenu dans le conteneur mis en place sur le véhicule. Les conteneurs de dépôt sont souvent équipés d'amortisseurs de chute et de tapis d'insonorisation pour réduire le bruit de chute, notamment du verre (Figure 10).

Figure 10: Coupe d'un conteneur de dépôt équipé d'un amortisseur de chute et d'un tapis d'insonorisation
(Source à droite : Harald Heinritz, www.abfallbild.de)



<p>COURANTS ET QUANTITÉS DE MATÉRIAU</p>	<p>En fonction de l'aire de ramassage, des fractions ramassées, des équipements techniques du véhicule et de la capacité des conteneurs, la capacité journalière d'un véhicule est de 50 à 100 conteneurs pour chaque course.</p>
<p>DOMAINE D'APPLICATION</p>	<p>La moyenne retenue en Allemagne correspond à une aire de conteneurs pour 500 riverains. Pour la mise en place du système de ramassage en conteneurs, il faut prévoir un coût supplémentaire de transport et d'installation des conteneurs.</p>
<p>LIENS ET POSSIBILITES DE COMBINAISON AVEC D'AUTRES TECHNIQUES</p>	<p>Approprié dans le cadre d'un système de ramassage général pour les déchets émis continuellement en petites quantités et autant que possible d'un seul type dans les zones habitées proches les unes des autres. Les équipements techniques ne sont compatibles qu'avec quelques-uns des autres systèmes.</p>
<p>GRANDS REPERES POUR LES APPLICATIONS : UTILISATION DES RESSOURCES</p>	
<p>DEMANDE EN MAIN-D'ŒUVRE</p>	<p>En général, le conducteur du véhicule de ramassage effectue la maintenance.</p>
<p>AUXILIAIRES OU AUTRES CONSOMMABLES</p>	<p>La seule possibilité de transporter les conteneurs de dépôt est d'utiliser des véhicules avec système de levage dans les aires qui ont été fixées à l'avance.</p>

ENCOMBREMENT AU SOL	Le ramassage étant effectué par levage, la surface de l'aire de stockage peut être exigüe. Le sol de cette aire doit être consolidé et il ne doit y avoir aucun obstacle aérien. Il est aussi possible d'utiliser plusieurs aires alternativement. Dans les agglomérations de grande densité de construction, les conteneurs peuvent être enterrés.
GRANDS REPERES POUR LES APPLICATIONS : COÛTS	
INVESTISSEMENT	Compte tenu de la diversité des contenants et des caractéristiques locales (esthétique urbaine, protection contre le bruit), le prix de revient des conteneurs de dépôt peut varier considérablement. <ul style="list-style-type: none"> - Conteneur de 3 m³ standard de 450 EUR à plus de 1.000 EUR - Conteneur sous abri de 5 m³ à partir de 4000 EUR, installation comprise
COÛT D'EXPLOITATION	<ul style="list-style-type: none"> - Frais courants : aucun - Réparation et maintenance : 11 % de l'investissement/an. - Suivi des modifications des contenants - Nettoyage des aires de dépôt.
AUTRES DETAILS	
APERÇU SUR LE MARCHÉ	
APPLICATIONS DE RÉFÉRENCE	En Allemagne et dans plusieurs autres pays européens, le ramassage des matériaux, en particulier les plastiques, les vieux textiles et les différents déchets de verre est effectué au moyen de conteneurs de dépôt.
FABRICANTS ET OPÉRATEURS ATTESTÉS <i>(Important : La liste d'établissements qui suit n'est nullement exhaustive.)</i>	<p>Différents établissements allemands proposent des conteneurs de dépôt ainsi que des systèmes de conteneurs sous abri. Il s'agit notamment :</p> <p><u>Conteneur de dépôts :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - SULO Umwelttechnik GmbH & Co. KG, Herford, www.sulo-umwelttechnik.de - ESE GmbH, Neuruppin, www.esecom.com - Schletter GmbH, Kirchdorf/Haag i.OB, www.schletter.de - Kinshofer Technik, Miesbach, www.kinshofer-technik.de - SSI Schäfer- Fritz Schäfer GmbH, Neunkirchen, www.ssi-schaefer.de <p><u>Systèmes de conteneurs sous abri :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - SULO Umwelttechnik GmbH & Co. KG, Herford, www.sulo-umwelttechnik.de - ESE GmbH, Neuruppin, www.esecom.com - SSI Schäfer- Fritz Schäfer GmbH, Neunkirchen, www.ssi-schaefer.de - Bauer GmbH, Südlohn, www.bauer-suedlohn.de - Unterflur-Container & Projektierung Uthof, www.uthof.de - SUBFLOORCON GmbH, Münster, www.subfloorcon.de
REMARQUES ET AUTRE DOCUMENTATION DE RÉFÉRENCE	
<p><u>Référence pour les normes applicables :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - DIN EN 13071 feuille 1-3 : Stationäre Abfallsammelbehälter bis 5 000 l, mit Behälteraufnahme an der Oberseite und Bodenentleerung (Conteneurs stationnaires à déchets de capacité inférieure ou égale à 5 000 l, levés par le haut et vidés par le bas). 	

CONTENANTS NON STANDARDISÉS POUR LE RAMASSAGE DES DÉCHETS EN VRAC, SANS TRI : SACS PLASTIQUE ET PAPIER

DOMAINE
D'APPLICATION ET
UTILISATIONS

- Ramassage des déchets municipaux présentant un faible taux de déchets industriels et artisanaux

CARACTÉRISTIQUE DU CADRE GÉNÉRAL DE L'APPLICATION

APPLICABLE NOTAMMENT AUX TYPES DE DÉCHETS SUIVANTS

Verre usagé	X	Emballages légers	X	Déchets alimentaires et déchets verts	X
Papier et carton	X	Ordures ménagères composites	X	Déchets encombrants	
Lampes usagées		Textiles usagés	X	Déchets d'équipements électriques et électroniques	
Ferraille		Bois usagés		Déchets de construction et de démolition	
Huiles de vidange		Peintures et vernis usagés		Pneumatiques usés	
Déchets dangereux					
Déchets de fabrication et spécifiques de certaines activités					
Autres types de déchets	X	Possible pour le ramassage de tous les déchets solides qui sont produits en petite quantité et de manière régulière dans des aires compactes.			

CARACTÉRISTIQUES ET SPÉCIFICATIONS SPÉCIALES POUR L'UTILISATION

Nécessité d'un traitement préliminaire :

aucune

Possibilité d'utilisation du matériau brut :

Illimitée, n'est pas conditionnée par la géométrie du conteneur.

Autres aspects :

- Inadaptée pour les déchets liquides, chauds, particulièrement encombrants ou lourds.
- Risques de blessure pendant la saisie et le transport des sacs par la saillie d'objets pointus et acérés.
- Aucune résistance à la destruction (par exemple vandalisme, animaux errants) ; stockage forcément limité dans le temps.

INFLUENCE DES FACTEURS EXTÉRIEURS SUR LES POSSIBILITÉS ET LES TYPES D'APPLICATION

Infrastructures :

Application sans limitation, sauf pour des raisons esthétiques.

Conditions climatiques :

Résistance aléatoire ou nulle aux intempéries.

DÉTAILS TECHNIQUES

APERÇU GÉNÉRAL

DESCRIPTION
BRÈVE

Le ramassage tout venant des ordures et des déchets, c'est-à-dire sans contenants ou conteneurs standardisés est très répandu dans le monde. En Europe, il est fréquent que les emballages légers soient ramassés dans des sacs de 80 l. Il est aussi possible de ramasser les déchets et les matériaux dans des contenants de même matériau, par exemple des cartons pour les vieux papiers ou des contenants réutilisables comme cela se pratique pour le ramassage des débris de verre. Les sacs sont utilisés pour les déchets restants principalement pour le ramassage des quantités supplémentaires.

Dans le cas où le ramassage des sacs est soumis à redevance, les opérateurs distribuent en général les sacs conditionnés pour la capacité, l'épaisseur de la paroi de sac et la résistance à la déchirure. En Allemagne, les critères sont les suivants pour le ramassage – recyclage dit dual :

	<ul style="list-style-type: none"> - Matériau : feuille de LDPE - Couleur : jaune transparent - Epaisseur de paroi minimale : 22 µm - Résistance à l'étirage : au moins 15 MPa - Capacité : 90 l - Mise à disposition d'une fermeture rapportée
<p>SPÉCIFICATIONS DE BASE</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Aucune caractéristique spéciale pour le véhicule de ramassage ; on utilise en général des camions à chargement arrière avec presse intérieure et bordure de déversoir profonde.
<p>AVANTAGES PARTICULIERS</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Faibles coûts d'investissement. - Adaptation souple du stockage et disponibilité en fonction des fortes variations de quantités. - on utilise en général - Des camions à chargement arrière avec presse intérieure et bordure de déversoir profonde.
<p>HANDICAPS SPÉCIFIQUES</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Coût régulier - Risque de départ de feu et de dégradation par vandalisme. - Résistance aléatoire, voire aucune résistance aux intempéries (vent, pluie, neige). - Dégradation de l'aspect de la voie publique par les sacs déposés. - Effort physique important de la part du personnel de ramassage. - Risque de blessure du personnel de ramassage et des passants par les objets acérés en saillie. - Frais supplémentaires par la distribution des fournitures.
<p>DÉTAIL DES APPLICATIONS</p>	
<p>PROCÉDURES TECHNIQUES</p>	<p>Les sacs courants d'une capacité de 50 à 120 l sont généralement en matière plastique PE-LD, PE-HD, plus rarement en papier kraft.</p> <p>Figure 11: Fourniture des sacs pour le ramassage sélectif d'emballages légers (à gauche), de sacs de déchet pour déchets verts (au centre), de sacs à déchets biodégradables (à droite) (Source à gauche: Intecus GmbH; Sources au centre, à droite: Harald Heinritz, www.abfallbild.de)</p> <div data-bbox="395 1249 1422 1742"> </div> <p>Ces dernières années, on constate une utilisation accrue de sacs à déchets biodégradables pour le ramassage des déchets de cuisine générés par les ménages. Le sac à déchets plein se jette directement dans une poubelle (mobile) distincte en matériau rigide (par ex. une écopoubelle).</p>
<p>COURANTS ET QUANTITÉS DE MATÉRIAU</p>	<p>En fonction de l'aire de ramassage, des caractéristiques techniques des véhicules et de la capacité des conteneurs, il est possible de ramasser jusqu'à 2.400 sacs pour chaque sortie du véhicule. Si les sacs pour les déchets restants sont ramassés à côté des conteneurs courants, la capacité est en moyenne inférieure à 10 sacs par sortie.</p>

DOMAINE D'APPLICATION	- Tous les déchets solides pouvant prendre place dans les sacs prévus à cet effet et ceux qui, de par leur nature, poids ou température, ne détruisent pas les sacs, en général des emballages, papier/carton ou déchets résiduels.
LIENS ET POSSIBILITÉS DE COMBINAISON AVEC D'AUTRES TECHNIQUES	Le type des sacs ne dépend pas de spécifications déterminées du système de traitement.
VALEURS INDICATIVES POUR L'APPLICATION : UTILISATION DES RESSOURCES	
AUXILIAIRES OU AUTRES CONSOMMABLES	Aucun
DEMANDE EN MAIN-D'ŒUVRE	Le ramassage des sacs de déchets est réalisé en général par une équipe spécialisée, composée d'un chauffeur et de un à trois manutentionnaires. Pour les déchets restants, on utilise fréquemment des sacs pour recueillir les quantités de déchet supérieures à la normale, venant s'ajouter aux conteneurs de déchets normaux.
ENCOMBREMENT AU SOL	L'encombrement au sol des sacs à déchets est réduit. Les sacs seront entreposés si possible protégés contre les intempéries et de manière qu'ils ne présentent aucun risque pour les passants.
GRANDS REPÈRES POUR L'APPLICATION : COÛT	
INVESTISSEMENT	Le prix des sacs à soufflet est faible. En fonction de la qualité et du nombre dans un paquet, il est en Allemagne de 0,16 à 0,50 EUR. Il est aussi possible d'utiliser des supports de sacs dont le prix varie beaucoup et peut, en Allemagne, atteindre env. 60 EUR. Par rapport au ramassage des conteneurs de déchets, il faut prendre en considération les dépenses supplémentaires pour la vente et la distribution des sacs.
COÛTS D'EXPLOITATION	- Aucun frais courant ni frais de réparation et de maintenance. - Coûts de la distribution en Allemagne : 0,05 EUR / sac
AUTRES DÉTAILS	
APERÇU SUR LE MARCHÉ	
APPLICATIONS DE RÉFÉRENCE	Le ramassage des déchets municipaux et plus particulièrement des emballages légers, est réalisé dans de nombreuses régions sans structure régulière. La diversité des sacs et autres contenants est donc extrêmement grande.
FABRICANTS ET OPÉRATEURS AT-TESTÉS <i>(Important : La liste d'établissements qui suit n'est nullement exhaustive.)</i>	Il existe en RFA un grand nombre d'entreprises moyennes spécialisées dans la fabrication et la commercialisation de gros des sacs de déchets. Exemples : - TransPak AG, Solms - WBV Eselgrimm GmbH und Co., Oelde <div style="text-align: right;">www.transpak.de www.wbv-worldwide.com</div>
REMARQUES ET AUTRE DOCUMENTATION DE RÉFÉRENCE	
<p><u>Référence pour les normes applicables :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - DIN EN ISO 527 1-4 Kunststoffe - Bestimmung der Zugeigenschaften (Plastiques - Détermination des propriétés de traction) 	

SACS À SOUFFLET

DOMAINE
D'APPLICATION ET
UTILISATIONS

- Ramassage des déchets solides secs d'origine temporaire et locale, déchets de petite taille ou en vrac, et occasionnellement déchets encombrants

CARACTÉRISTIQUE DU CADRE GÉNÉRAL DE L'APPLICATION

APPLICABLE NOTAMMENT AUX TYPES DE DÉCHETS SUIVANTS

Verre usagé	X	Emballages légers	X	Déchets alimentaires et épiluchures	X ¹
Papier et carton	X	Ordures ménagères composites	X ²	Déchets encombrants	
Lampes usagées		Textiles usagés	X	Déchets d'équipements électriques et électroniques	
Ferraille		Bois usagés	X	Déchets de construction et gravats	X
Huiles de vidange		Peintures et vernis usagés		Pneumatiques usés	
Déchets dangereux	X ³	Par ex. des déchets contenant de l'amiante qui sont ramassés et transportés conformément aux règles de sécurité (la présence entre autres une étanchéité adéquate) en raison du risque lié aux poussières.			
Déchets de fabrication et spécifiques de certaines activités	X				
Autres types de déchets	X	Possible pour le ramassage de tous les déchets solides qui sont produits en petite quantité et de manière régulière dans des aires compactes.			

CARACTÉRISTIQUES ET SPÉCIFICATIONS SPÉCIALES POUR L'UTILISATION

Nécessité d'un traitement préliminaire :

aucune

Possibilité d'utilisation du matériau brut :

Illimitée, n'est pas conditionnée par la géométrie du conteneur.

Risques sanitaires spécifiques :

Possibilité de risque sanitaire par le dégagement de poussière pendant le remplissage et la manutention, risque d'échappement du contenu par déchirure du sac.

INFLUENCE DES FACTEURS EXTÉRIEURS SUR LES POSSIBILITÉS ET LES TYPES D'APPLICATION

Infrastructures :

Les sacs à soufflet peuvent être empilés sans précaution de maintenance particulière ; en général, ils ne peuvent être déplacés qu'avec un engin, par exemple un pont roulant ou un chariot-élévateur à fourche.

Conditions climatiques :

Aucune limitation ; toutefois, possibilité de gel sur le sol en hiver s'ils sont entreposés longtemps.

¹ Ramassage sélectif des épiluchures/déchets verts/déchets de parcs et de feuillage avec des sacs à soufflet

² Uniquement pour un degré d'humidité très faible.

³ Utilisation comme conteneur pour déchets dangereux uniquement lorsque le ramassage et le transport ne présentent aucun risque pour l'homme et l'environnement et que les règles de sécurité sont suivies.

DÉTAILS TECHNIQUES	
APERÇU GÉNÉRAL	
DESCRIPTION BRÈVE	Les sacs à soufflet sont proposés comme sacs jetables et recyclables. Ils sont bien adaptés pour les déchets en vrac de petite dimension avec des capacités entre celles des sacs courants et des conteneurs.
SPÉCIFICATIONS DE BASE	- Les sacs à soufflet pleins sont généralement manutentionnés (déplacement, chargement) avec des installations techniques complémentaires (grue ou chariot-élévateur à fourche).
AVANTAGES PARTICULIERS	- Faibles coûts d'investissement. - Adaptation souple du stockage et disponibilité en fonction des fortes variations de quantités. - Faible encombrement au sol pour le stockage et l'utilisation. - Aucune prescription de l'autorisation de mise en circulation nécessaire.
INCONVÉNIENTS SPÉCIFIQUES	- Usage limité pour les déchets autres que secs et de petite dimension relativement faible. - La décharge peut devenir difficile après le compactage.
DÉTAIL DES APPLICATIONS	
PROCÉDURES TECHNIQUES	<p>Le ramassage des déchets secs, en particuliers les gravats du bâtiment, en sacs à soufflet, est une technique très répandue. La dimension courante des sacs a une surface au sol de 900 x 900 mm pour une hauteur variable et une capacité maximale entre 300 et 1500 kg. La figure ci-après montre un sac à soufflet contenant des déchets à base d'amiante. En raison des risques résultant de la formation de poussières, les règles de sécurité correspondantes sont imprimés sur les sacs à soufflet.</p> <p>Figure 12 : Sac à soufflet avec déchets contenant de l'amiante (à gauche) et indication des règles de sécurité (à droite) (Sources : Harald Heinritz, www.abfallbild.de)</p>
	
	<p>Formes spéciales proposées par les fabricants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Avec orifice de remplissage et de vidange. - Avec et sans couche d'étanchéité. - Pour différentes granulométries. - De capacité variable
COURANTS ET QUANTITÉS DE MATÉRIAU	On utilise les sacs à soufflet notamment pour les déchets de petite taille d'un volume situé entre le volume d'un sac et d'un conteneur de décantation (plage de 300 à 1500 kg).
DOMAINE D'APPLICATION	- Utilisation non pas comme solution permanente ni conteneur standard, mais pour des quantités moyennes de déchets pendant une période courte et sur un espace de stockage réduit.

LIENS ET POSSIBILITÉS DE COMBINAISON AVEC D'AUTRES TECHNIQUES	Les sacs à soufflet peuvent être utilisés comme solution autonome de ramassage ou comme complément à d'autres techniques (par exemple sur les chantiers). Les fournisseurs de matières premières industrielles livrent fréquemment leurs produits dans des sacs à soufflet. Dans ce cas, il est possible d'utiliser ensuite les sacs pour les déchets.
GRANDS REPÈRES POUR LES APPLICATIONS : UTILISATION DES RESSOURCES	
DEMANDE EN MAIN-D'ŒUVRE	Le conducteur assume le chargement et le déchargement. La décharge des déchets est effectuée par le conducteur ou le personnel de l'installation. Un conducteur par véhicule de ramassage pour les sacs à soufflet.
AUXILIAIRES OU AUTRES CONSOMMABLES	Il n'est possible de manutentionner (déplacer, charger) les sacs à soufflet pleins qu'avec une grue ou chariot-élévateur à fourche.
ENCOMBREMENT AU SOL	L'encombrement au sol des sacs à soufflet est réduit. Du fait que bien souvent, les sacs ne peuvent être manutentionnés qu'avec un engin de levage, il est conseillé de les conditionner déjà sur l'emplacement même où ils seront manutentionnés pour leur transport. Ce qui peut être à l'origine d'encombrements temporaires.
GRANDS REPÈRES POUR LES APPLICATIONS : COÛT	
INVESTISSEMENT	Le prix des sacs à soufflet est relativement faible. En fonction de la qualité et du nombre dans un paquet, il est en Allemagne de 4,50 à 13,00 EUR. Il est aussi possible d'utiliser des supports de sacs.
COÛTS D'EXPLOITATION	- Frais d'exploitation : Pour les courses multiples, jusqu'à 30 % de la valeur d'acquisition par course.
AUTRES DÉTAILS	
APERÇU SUR LE MARCHÉ	
APPLICATIONS DE RÉFÉRENCE	L'utilisation de sacs à soufflet est fréquente dans le bâtiment, surtout en restauration et réhabilitation.
FABRICANTS ET OPÉRATEURS AT-TESTES <i>(Important : La liste d'établissements qui suit n'est nullement exhaustive.)</i>	<p>Il existe en RFA un grand nombre d'entreprises moyennes spécialisées dans la fabrication et la commercialisation de gros des sacs à soufflet. Exemples de sociétés de fabrication et de distribution :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Buhck Umweltservices GmbH & Co. KG www.buhck.de - HIRSCH Bremer Reinigung und Recycling GmbH www.hirsch-gmbh.com - akcensis GmbH, Wesel www.ixkes.de/big-bag - ams Umweltschutz GmbH, Berlin www.amsberlin.de
REMARQUES ET AUTRE DOCUMENTATION DE REFERENCE	
<p><u>Référence pour les normes applicables :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - DIN 55461-2:1991-07: Großpackmittel; Flexible IBC; Maße (Grands récipients pour vrac ; conteneurs souples IBC ; dimensions) 	

VÉHICULE DE RAMASSAGE DES ORDURES À CHARGEMENT ARRIÈRE («BENNES À CHARGEMENT ARRIÈRE »)

DOMAINE
D'APPLICATION ET
UTILISATIONS

- Véhicule de ramassage des ordures ménagères à chargement arrière, à proximité des habitations dans les communes.

CARACTÉRISTIQUE DU CADRE GÉNÉRAL DE L'APPLICATION

APPLICABLE NOTAMMENT AUX TYPES DE DÉCHETS SUIVANTS

Verre usagé	X ¹	Emballages légers	X	Déchets alimentaires et épiluchures	X
Papier et carton	X ⁴	Ordures ménagères composites	X	Déchets encombrants	X
Lampes usagées		Textiles usagés		Déchets d'équipements électriques et électroniques	
Ferraille		Bois usagés		Déchets de construction et gravats	
Huiles de vidange		Peintures et vernis usagés		Pneumatiques usés	
Déchets dangereux					
Déchets de fabrication et spécifiques de certaines activités					
Autres types de déchets	X	Ramassage de toutes les ordures et déchets émis sur une surface limitée pendant une durée relativement courte.			

CARACTÉRISTIQUES ET SPÉCIFICATIONS SPÉCIALES POUR L'UTILISATION

Nécessité d'un traitement préliminaire :

Aucune, utilisation de véhicules de ramassage universels et standardisés pour garantir l'efficacité, avec possibilité d'aménagement pour le ramassage atypique, par exemple les déchets encombrants et les sacs.

Possibilité d'utilisation du matériau brut :

La compression dans la benne provoque le mélange des différentes fractions et le compactage des déchets, d'où des difficultés pour le tri pouvant intervenir après.

Nécessité d'une protection particulière et risques sanitaires :

Benne : Dans le cas où les déchets sont déposés sur les des deux côtés de la voie publique, le véhicule doit effectuer des manœuvres fréquentes. Par conséquent, il est recommandé d'utiliser cette technique dans les zones de production de déchets limitée, dans la mesure où elle est compatible avec les prescriptions d'hygiène et de sécurité du travail.

Conducteur : Risque accru d'accident si le conducteur doit également commander la benne du fait qu'il doit quitter fréquemment la cabine. Ce risque peut être supprimé par la communication directe entre la cabine et la benne.

Autres aspects

Le véhicule peut être équipé d'un ordinateur de bord pour enregistrer les opérations de ramassage et autres informations (par exemple par le poids des déchets), pour le suivi du travail et le calcul ultérieur de la redevance, à condition de pouvoir réaliser une identification indubitable (voir aussi la fiche technique « Identification des contenants »).

INFLUENCE DES FACTEURS EXTÉRIEURS SUR LES POSSIBILITÉS ET LES TYPES D'APPLICATION

Infrastructures :

Afin d'assurer l'efficacité du ramassage avec benne arrière, il faut que les conteneurs de déchets soient directement accessibles pour le trajet aller et retour à la benne. Il en sera tenu compte pour l'aménagement de points de concentration des conteneurs et les interdictions de stationner à la hauteur de ces zones.

Conditions climatiques: Aucune limitation pour les applications.

⁴ Système de ramassage pour les ordures concentrées à proximité des habitations

DÉTAILS TECHNIQUES	
APERÇU GÉNÉRAL	
DESCRIPTION BRÈVE	Les bennes à chargement arrière sont les véhicules standard les plus répandus pour le ramassage de différents types de déchets. Il existe un grand nombre d'aménagements de la construction du véhicule. Les bennes à chargement arrière sont utilisées pour le ramassage et les trajets de courte distance, dans les conditions les plus variables. Les déchets sont chargés manuellement ou par élévateur. Une presse transporte et comprime les matériaux à l'intérieur de la chambre de compactage au sortir de la cuve de chargement. Quand la caisse est pleine, le déchargement sur les aires de traitement a également lieu par l'arrière.
EXIGENCES DE BASE	- Pour la décharge des conteneurs de type peigne et Diamond.
AVANTAGES PARTICULIERS	- Grande capacité de chargement par le compactage des déchets. - Ramassage d'un grand nombre de déchets. - Utilisation n'importe quand (ramassage de quantités limitées, trajets courts).
INCONVÉNIENTS SPÉCIFIQUES	- Véhicules relativement chers à l'achat. - Au moins deux personnes pour la manutention.
DÉTAIL DES APPLICATIONS	
PROCÉDURES TECHNIQUES	<p>Les principaux composants des bennes à chargement arrière sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le châssis - La caisse (conteneur) avec dispositif de compactage - Le déversement - L'élévateur <p>Les éléments d'appréciation les plus importants pour la rentabilité sont la capacité utile et le poids maximal en charge. L'élévateur est équipé d'un système de préhension type peigne ou Diamond. Il est également possible de charger d'autres conteneurs et les sacs.</p> <p>Figure 13: Benne standard avec déversement séparé type peigne (à gauche) et gros plan d'un déversement type peigne (à droite) (Source à gauche : Petra Hoeß, FABION Markt + Medien, www.abfallbild.de/ / Source à droite : MOBA GmbH, www.moba.de)</p>
	
<p>L'installation de compactage et l'élévateur sont des types automatique, semi-automatique ou manuel. Le compactage des déchets après le chargement est réalisé par une plaque de compression linéaire ou par un tambour rotatif. La benne à tambour rotatif est plus légère et sa longueur est plus réduite. Toutefois, le compactage n'est réellement efficace que pour les fractions de déchets résiduelles et les déchets biologiques, d'où une limitation des applications à ces types de déchets.</p>	

Figure 14: Benne à deux chambres pour le ramassage parallèle séparé de 2 fractions (à gauche) et benne à tambour rotatif cabine basse, modèle « Econic » (à droite) (Sources à gauche, à droite: Intecus GmbH)



Autres particularités de construction :
2 ou 3 essieux, suspension pneumatique ou à ressort, essieu suiveur ou directeur, marche-pied pour manutentionnaire embarqué.

Figure 15: Déchargement de la benne à chargement arrière par la plaque de compactage (à gauche, à droite)
Source à gauche : Intecus GmbH, Source à droite : Petra Hoeß, FABION Markt + Medien, www.abfallbild.de



COURANTS ET QUANTITÉS DE MATÉRIAU	La charge utile est limitée par la charge totale admissible du véhicule et de la caisse.
DOMAINE D'APPLICATION	La capacité et le poids en charge des bennes à chargement arrière se situent entre 5 et 27 m ³ et 6 et 12 Mg.
LIENS ET POSSIBILITÉS DE COMBINAISON AVEC D'AUTRES TECHNIQUES	Les véhicules peuvent être équipés d'un système de surveillance du ramassage (GPS) et d'enregistrement des informations (système de lecture pour l'identification, bus de données, ordinateur de bord) pour identifier les conteneurs pendant le ramassage (voir également la fiche technique « Identification des conteneurs »).
GRANDS REPÈRES POUR LES APPLICATIONS UTILISATION DES RESSOURCES	
AUXILIAIRES OU AUTRES CONSOMMABLES	Les équipements additionnels suivants sont disponibles : <ul style="list-style-type: none"> - Levage pour le déchargement des caisses. - Dispositif de déversement direct de la caisse dans des conteneurs sur roues.

DEMANDE EN MAIN-D'ŒUVRE	1 conducteur et jusqu'à 5 manutentionnaires (généralement 1 à 2 manutentionnaires).
ENCOMBREMENT AU SOL	En général, les déchets sont amenés à pied d'œuvre le jour prévu pour le ramassage. En plus de l'aire de stockage proprement dite, il faut prévoir une aire d'accès et de stationnement. Dans les zones de forte densité de constructions, il est fréquent que les manutentionnaires viennent chercher les conteneurs dans les cours d'immeubles. Il faut également prévoir une aire de stationnement dans la cour d'exploitation.
GRANDS REPÈRES POUR LES APPLICATIONS : COÛTS	
INVESTISSEMENT	L'investissement (3 essieux, charge utilise de 10 Mg) se monte à 140.000–190.000 EUR
COÛTS D'EXPLOITATION	Coûts d'exploitation courants : - Réparation et maintenance : ~11 % de l'investissement total par année. - Main-d'œuvre : 2 à 6 personnes (formule la plus répandue : un conducteur avec un ou deux manutentionnaires).
AUTRES ASPECTS IMPLIQUÉS	
HYGIÈNE ET SÉCURITÉ DU TRAVAIL	Les conditions générales d'hygiène et de sécurité jouent un grand rôle. Les dispositions applicables en Allemagne sont en particulier - Réglementation technique de manutention des matériaux biologiques – Mesures de protection pour le ramassage des déchets (TRBA 213). - Réglementation de prévention : Hygiène et sécurité du travail dans la manutention et le traitement des déchets, partie 1 : Ramassage et transport des déchets.
AUTRES DÉTAILS	
APERÇU SUR LE MARCHÉ	
APPLICATIONS DE RÉFÉRENCE	Les bennes à chargement arrière sont les véhicules standard les plus répandus pour le ramassage de différents types de déchets. Malgré la diversification et la spécialisation de l'offre, les bennes à chargement arrière restent toujours largement utilisées.
FABRICANTS ET OPÉRATEURS AT-TESTÉS <i>(Important : La liste d'établissements qui suit n'est nullement exhaustive.)</i>	Exemples de constructeurs de composants de véhicule et de solutions complètes : Châssis: - Daimler AG, Stuttgart, www.mercedes-benz.de - MAN Truck & Bus AG, Munic, www.truck.man.eu Caisses et élévateurs : - HS Fahrzeugbau GmbH, Emstek www.hs-fahrzeugbau.com - ZÖLLER-KIPPER GmbH, Mainz www.zoeller-kipper.de - FAUN Umwelttechnik GmbH & Co. KG, Osterholz-Scharmbeck www.faun.com
REMARQUES ET AUTRE DOCUMENTATION DE RÉFÉRENCE	
<p><u>Vous trouverez une liste des fabricants et différents détails techniques auprès de :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Verband der Arbeitsgeräte- und Kommunalfahrzeug- Industrie e.V., Berlin, www.vak-ev.de - Groupe de travail commun de VKU (Association allemande des entreprises communales) et du BDE Véhicules et tenants – Aperçu technique et normes. www.vku.de/abfallwirtschaft.html <p><u>Référence pour les normes applicables :</u> De nombreuses caractéristiques de construction et de sécurité sont standardisées dans la documentation suivante.</p> <ul style="list-style-type: none"> - DIN EN 1501, feuilles 1, 4 et 5 : Abfallsammelfahrzeuge und die dazugehörigen Schüttungen (Bennes à ordures ménagères et leurs lève-conteneurs associés). 	

VÉHICULE DE RAMASSAGE DES DÉCHETS À CHARGEMENT AVANT («CHARGEUR FRONTAL»)

DOMAINE
D'APPLICATION ET
UTILISATIONS

- Véhicule à chargement avant pour le ramassage de la plupart des déchets communaux, industriels et commerciaux, conditionnés dans des contenants pouvant être manutentionnés (Voir aussi fiche technique « Contenants de ramassage »).

CARACTÉRISTIQUE DU CADRE GÉNÉRAL DE L'APPLICATION

APPLICABLE NOTAMMENT AUX TYPES DE DÉCHETS SUIVANTS

Verre usagé	X	Emballages légers	X	Déchets alimentaires et épilchures	X
Papier et carton	X	Ordures ménagères composites	X	Déchets encombrants	
Lampes usagées		Textiles usagés		Déchets d'équipements électriques et électroniques	
Ferraille		Bois usagés		Déchets de construction et gravats	
Huiles de vidange		Peintures et vernis usagés		Pneumatiques usés	
Déchets dangereux					
Déchets de fabrication et spécifiques de certaines activités	X				
Autres types de déchets					

CARACTÉRISTIQUES ET SPÉCIFICATIONS SPÉCIALES POUR L'UTILISATION

Nécessité d'un traitement préliminaire :

aucune

Possibilité d'utilisation du matériau brut :

La compression dans la benne provoque le mélange des différentes fractions et le compactage des déchets, d'où des difficultés pour le tri pouvant intervenir après.

Autres aspects :

Le véhicule peut être équipé d'un ordinateur de bord pour enregistrer les opérations de ramassage et autres informations (par exemple par le poids des déchets), pour le suivi du travail et le calcul ultérieur de la redevance, à condition de pouvoir réaliser une identification indubitable (voir aussi la fiche technique « Identification des contenants »).


INFLUENCE DES FACTEURS EXTÉRIEURS SUR LES POSSIBILITÉS ET LES TYPES D'APPLICATION

Infrastructures :

Pour que le ramassage soit efficace, il faut que les contenants soient facilement accessibles et puissent être saisis par le mécanisme de levage sans déplacement latéral. Cette technique de ramassage est particulièrement bien adaptée sur les aires de ramassage dégagées (principalement dans les zones rurales). L'application en est restreinte à l'intérieur des agglomérations de forte densité de véhicules en stationnement et de capacités limitées d'implantation le long de la voie publique.

Conditions climatiques :

Aucune limitation pour les applications.

DÉTAILS TECHNIQUES	
APERÇU GÉNÉRAL	
DESCRIPTION BRÈVE	Le chargeur frontal est particulièrement bien adapté pour le ramassage des déchets par courses de chargement des contenants pleins et dépose des contenants vidés sur les aires de ramassage et, à ce titre, il est très répandu. La manutention et le transport par un seul homme représente un grand avantage par rapport au chargeur arrière. Certains chargeurs frontaux sont équipés de potences de levage orientables latéralement. En général, les chargeurs frontaux sont conçus pour vider les conteneurs de déchets sur 4 roues d'une capacité jusqu'à 5 m ³ En général, les conteneurs de déchets à grande capacité se trouvent sur des aires de faible densité de contenants et servent surtout pour les déchets industriels et commerciaux. Certains chargeurs frontaux sont équipés d'un système de changement de conteneur (voir aussi fiche technique « <u>Système de changement de conteneur</u> »)
SPÉCIFICATIONS DE BASE	<ul style="list-style-type: none"> - Ramassage des conteneurs standardisés, par exemple modèle MGB spécialement conçus pour la préhension à l'avant du véhicule (voir aussi fiche technique « <u>Conteneurs mobiles</u> »). - Les conteneurs doivent se trouver à un endroit facilement accessible pour le véhicule de ramassage.
AVANTAGES PARTICULIERS	<ul style="list-style-type: none"> - Ramassage et transport par un seul homme. - Excellente visibilité de l'opération de ramassage. - Capacité de chargement supérieure par compactage des déchets dans la caisse. - Utilisation n'importe quand (ramassage de quantités limitées, trajets courts).
INCONVÉNIENTS SPÉCIFIQUES	<ul style="list-style-type: none"> - Organisation des courses en fonction des nécessités (collecte et courses sur de petites distances). - Il n'est pas possible de ramasser toutes les ordures ménagères de cette manière. - Utilisation difficile et peu efficace dans les zones de grande densité de construction et de véhicules en stationnement. - Les conteneurs de ramassage doivent être entreposés dans des endroits facilement accessibles.
DÉTAIL DES APPLICATIONS	
PROCÉDURES TECHNIQUES	<p>Eléments de base du chargeur frontal : - châssis, caisse de chargement avec équipement technique de compactage, équipement technique de déversement et équipement de levage.</p> <p>Le conducteur approche le véhicule de manière que l'équipement de levage puisse saisir le conteneur. L'équipement de levage est installé derrière la cabine du conducteur. Il est composé d'une potence de levage et d'un mécanisme de déversement, de type pince, peigne ou Diamond. Le conducteur commande le levage manuellement ou sur une manette dans la cabine. Le conteneur est amené dans la chambre de compactage où il est déversé. Le compactage est exécuté en général par deux vis à rotation inverse, à commande hydraulique manuelle, semi-automatique ou automatique. Après compactage, le matériau est dirigé vers le conteneur de la caisse du véhicule. Le déchargement a lieu sur la plupart des véhicules par une trappe à l'arrière du conteneur de transport. Il existe plusieurs autres possibilités de déchargement.</p> <p>Figure 16 : Chargeur frontal avec caisse fixe (Sources à gauche, à droite : Intecus GmbH)</p>
	

COURANTS ET QUANTITÉS DE MATÉRIAU	La charge utile est limitée par la charge totale admissible du véhicule et de la caisse.
DOMAINE D'APPLICATION	Utilisation pour le ramassage et les courses relativement courtes, avec possibilité d'adaptation aux conditions variables du ramassage. La capacité de chargement et le poids total en charge des chargeurs frontaux vont jusqu'à 34 m ³ et 12 Mg.
LIENS ET POSSIBILITÉS DE COMBINAISON AVEC D'AUTRES TECHNIQUES	L'équipement de levage est conçu pour les conteneurs standardisés. Des équipements spéciaux doivent être rapportés pour les autres contenants et pour les sacs (voir fiche technique « <u>Contenants, sacs à déchets non standardisés</u> »).
GRANDS REPÈRES POUR LES APPLICATIONS : UTILISATION DES RESSOURCES	
AUXILIAIRES OU AUTRES CONSOMMABLES	aucune
DEMANDE EN MAIN-D'ŒUVRE	1 conducteur exécutant aussi la manutention.
ENCOMBREMENT AU SOL	Le chargeur frontal est utilisé dans la plupart des cas pour le ramassage des conteneurs MGB 1.100 et de capacité plus élevée. Les gros conteneurs présentant certaines difficultés de préhension, il faut que le véhicule se place juste à côté. Il faut également prévoir une aire de stationnement dans la cour d'exploitation.
GRANDS REPÈRES POUR LES APPLICATIONS : COÛTS	
INVESTISSEMENT	- L'investissement (3 essieux, charge utile de 20 Mg, caisse fixe) se monte à 140.000–180.000 EUR. - Coûts supplémentaires pour la carrosserie interchangeable : env. 20.000 EUR.
COÛTS D'EXPLOITATION	Frais courants: - Réparation et maintenance : env. 11 % de l'investissement/an.
AUTRES ASPECTS IMPLIQUÉS	
HYGIÈNE ET SÉCURITÉ DU TRAVAIL	Respecter les aspects de santé et de sécurité au travail pour l'utilisation des véhicules. Les dispositions applicables en Allemagne sont en particulier - Réglementation technique de manutention des matériaux biologiques – Mesures de protection pour le ramassage des déchets (TRBA 213). - Réglementation de prévention : Hygiène et sécurité du travail dans la manutention et le traitement des déchets, partie 1 : Ramassage et transport des déchets.
AUTRES DÉTAILS	
APERÇU SUR LE MARCHÉ	
APPLICATIONS DE RÉFÉRENCE	Les chargeurs frontaux ont une application universelle pour le ramassage des différents types de déchets par courses ponctuelles.

<p>FABRICANTS ET OPÉRATEURS AT-TESTÉS <i>(Important : La liste d'établissements qui suit n'est nullement exhaustive.)</i></p>	<p>Exemples de constructeurs de composants de véhicule et de solutions complètes :</p> <p>Châssis:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Daimler AG, Stuttgart, www.mercedes-benz.de - MAN Truck & Bus AG, Munic, www.truck.man.eu <p>Caisses et élévateurs :</p> <ul style="list-style-type: none"> - HS Fahrzeugbau GmbH, Emstek www.hs-fahrzeugbau.com - FAUN Umwelttechnik GmbH & Co. KG, Osterholz-Scharmbeck www.faun.com - Schmidt Kommunalfahrzeuge GmbH, Brahmenau www.schmidt-kommunal.de
REMARQUES ET AUTRE DOCUMENTATION DE RÉFÉRENCE	
<p><u>Vous trouverez une liste des fabricants et différents détails techniques auprès de :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Verband der Arbeitsgeräte- und Kommunalfahrzeug- Industrie e.V., Berlin, www.vak-ev.de - Groupe de travail commun de VKU (Association allemande des entreprises communales) et du BDE Véhicules et contenants - Aperçu technique et normes. www.vku.de/abfallwirtschaft.html <p><u>Référence pour les normes applicables :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - DIN EN 1501, feuilles 3, 4 et 5 : Abfallsammelfahrzeuge und die dazugehörigen Schüttungen (Bennes à ordures ménagères et leurs lève-conteneurs associés). 	

BENNE À CHARGEMENT LATÉRAL (« BENNE À CHARGEMENT LATÉRAL »)

DOMAINE
D'APPLICATION ET
UTILISATIONS

- Véhicule de ramassage de la plupart des déchets et ordures par chargement de benne latérale en ramassage des ordures à proximité des habitations (Voir aussi fiche technique « Contenants de déchets »).

CARACTÉRISTIQUE DU CADRE GÉNÉRAL DE L'APPLICATION

APPLICABLE NOTAMMENT AUX TYPES DE DÉCHETS SUIVANTS

Verre usagé	X	Emballages légers	X	Déchets alimentaires et épiluchures	X
Papier et carton	X	Ordures ménagères composites	X	Déchets encombrants	X
Lampes usagées		Textiles usagés		Déchets d'équipements électriques et électroniques	
Ferraille		Bois usagés		Déchets de construction et gravats	
Huiles de vidange		Peintures et vernis usagés		Pneumatiques usés	
Déchets dangereux					
Déchets de fabrication et spécifiques de certaines activités					
Autres types de déchets	X	Ramassage de toutes les ordures et déchets émis sur une surface limitée pendant une durée relativement courte, enlevés dans des conteneurs conformes aux normes et facilement accessibles pour le véhicule de ramassage.			

CARACTÉRISTIQUES ET SPÉCIFICATIONS SPÉCIALES POUR L'UTILISATION

Nécessité d'un traitement préliminaire :

Non, mais utilisation de conteneurs standardisés.

Possibilité d'utilisation du matériau brut :

La compression dans la benne provoque le mélange des différentes fractions et le compactage des déchets, d'où des difficultés pour le tri pouvant intervenir après.

Nécessité d'une protection particulière et risques sanitaires :

Passants : Les bennes latérales authentiques sont déchargées sans possibilité de contrôle visuel du déversement. Des rétroviseurs supplémentaires et un système de monitoring par caméras doivent être installés pour réduire le risque d'accident des passants.

Conducteur : Le conducteur exécute tous les travaux de manutention et n'a donc pas la possibilité de se reposer pendant le chargement sur benne arrière. Les conducteurs non expérimentés ont tendance à surveiller directement le chargement, d'où un risque d'élongation de l'appareil osseux et musculaire.

Autres aspects

Le véhicule peut être équipé d'un ordinateur de bord pour enregistrer les opérations de ramassage et autres informations (par exemple par le poids des déchets), pour le suivi du travail et le calcul ultérieur de la redevance, à condition de pouvoir réaliser une identification indubitable (voir aussi la fiche technique « Identification des contenants »).

INFLUENCE DES FACTEURS EXTÉRIEURS SUR LES POSSIBILITÉS ET LES TYPES D'APPLICATION

Infrastructures :

Afin d'assurer l'efficacité du ramassage avec benne latérale, les contenants doivent être placés de manière à pouvoir être saisis directement par l'élévateur du véhicule. Les dispositions concrètes pour y parvenir consistent à interdire le stationnement des véhicules à la hauteur du point de chargement et à orienter le chargement vers le milieu de la chaussée. En règle générale, les communes rurales sont mieux adaptées pour les bennes latérales parce qu'elles permettent des manœuvres plus amples.

Certaines communes utilisent les bennes latérale à double à peigne. Il faut pour cela juxtaposer directement 2 contenants qui sont vidés en une fois.

La benne latérale saisit les contenants d'un seul côté, à droite dans la plupart des pays. Les contenants vidés seront déposés sur un seul côté de la chaussée pour éviter l'aller et retour.

Conditions climatiques : Aucune limitation pour les applications.

DÉTAILS TECHNIQUES	
APERÇU GÉNÉRAL	
DESCRIPTION BRÈVE	<p>On utilise les bennes latérales pour le chargement et le transport de plusieurs types de déchets dans les conditions les plus diverses mais le plus fréquemment toutefois pour le ramassage à proximité des habitations, en Allemagne surtout dans les zones rurales ou les zones de faible émission de déchets. L'avantage par rapport à la benne à chargement arrière est qu'elle est manutentionnée par le conducteur du véhicule. Les conteneurs doivent être placés correctement en bordure de la chaussée.</p> <p>Une distinction doit être faite entre deux types de bennes latérales : les bennes latérales authentiques qui sont commandées intégralement sur le poste du conducteur et les bennes latérales nécessitant la manutention manuelle des contenants et la commande manuelle de l'élévateur. En Allemagne, la technique des bennes latérales « authentiques » s'est imposée.</p> <p>L'élévateur est installé à l'arrière de la cabine du conducteur ; il est fait d'un bras télescopique d'au moins deux mètres de déploiement et du mécanisme de déversement, par exemple pince, peigne, système breveté Diamond, etc. Le degré d'automatisation de l'élévateur est variable. De nombreuses bennes latérales sont équipées d'un système de remplacement des contenants (voir aussi fiche technique « <u>Système de changement de conteneur</u> »).</p>
AVANTAGES PARTICULIERS	<ul style="list-style-type: none"> - Capacité de chargement supérieure par compactage des déchets dans la caisse. - Affectation en fonction des nécessités (ramassage et transport sur de courtes distances). - Une seule personne requise par rapport à la benne à chargement arrière (voir fiche technique « <u>Benne à chargement arrière</u> »).
INCONVÉNIENTS SPÉCIFIQUES	<ul style="list-style-type: none"> - Investissement relativement élevé par rapport aux bennes à chargement arrière et avant (voir fiche technique « <u>Benne à chargement arrière</u> » et « <u>Chargeur frontal</u> »). - Les conteneurs doivent être placés correctement en bordure de la chaussée.
DÉTAIL DES APPLICATIONS	
PROCÉDURES TECHNIQUES	<p>Les principaux composants des bennes à chargement arrière sont : châssis, caisse (conteneur) avec équipement technique de compactage, équipement technique de déversement et équipement de levage.</p> <p>Les bennes latérales authentiques sont conçues en général pour le ramassage des contenants d'ordures sur deux roues, les autres ont en général les moyens de déverser tous les contenants normalisés jusqu'à une capacité de 1.100 l. Le chargement consiste à déverser les contenants dans la chambre de compactage. La commande de l'élévateur est de type manuelle ou automatique sur manette dans la cabine du conducteur ; l'élévateur est équipé d'un mécanisme de préhension des contenants avec peigne, Diamond ou pince. Divers équipements spéciaux permettent de prendre en charge les autres contenants mobiles et les sacs. Les déchets sont compactés dans la chambre et transférés au conteneur du véhicule.</p> <p>Le compactage est réalisé en général par deux vis hydrauliques antagonistes à commande manuelle, semi-automatique ou automatique. Le conteneur du véhicule rempli est déchargé en général par une trappe à l'arrière du véhicule. Il existe plusieurs autres possibilités de déchargement.</p> <p>Autres possibilités d'équipement des bennes latérales :</p> <ul style="list-style-type: none"> - le plus souvent trois essieux, essieu suiveur ou directeur afin d'obtenir une plus grande maniabilité, - Suspension pneumatique ou à ressort, - Cabine surbaissée facilitant l'accès et la sortie.

Figure 17 : Benne latérale proprement dite (à gauche, à droite) (Sources à gauche & à droite : Intecus GmbH)



COURANTS ET QUANTITÉS DE MATÉRIAU	La charge utile est limitée par la charge totale admissible du véhicule et de la caisse.
DOMAINE D'APPLICATION	La capacité et le poids en charge des bennes latérales se situent entre 5 et 29 m ³ et 6 et 12 Mg.
LIENS ET POSSIBILITÉS DE COMBINAISON AVEC D'AUTRES TECHNIQUES	Différents équipements spéciaux permettent de manutentionner les contenants qui n'ont pas de peigne, d'équipement Diamond ou de pince de préhension, ainsi que les sacs. Les véhicules peuvent être équipés d'un système de surveillance du ramassage (GPS) et d'enregistrement des informations (système de lecture pour l'identification, bus de données, ordinateur de bord) pour identifier les conteneurs pendant le ramassage (voir également la fiche technique « <u>Identification des conteneurs</u> »).
GRANDS REPÈRES POUR LES APPLICATIONS : UTILISATION DES RESSOURCES	
AUXILIAIRES OU AUTRES CONSOMMABLES	- Aucun
DEMANDE EN MAIN-D'ŒUVRE	Un conducteur et, si nécessaire, un ou plusieurs manutentionnaires.
ENCOMBREMENT AU SOL	En général, les déchets sont amenés à pied d'œuvre le jour prévu pour le ramassage. En général, les déchets sont amenés à pied d'œuvre le jour prévu pour le ramassage. En plus de l'aire de stockage proprement dite, il faut prévoir une aire d'accès et de stationnement et un espace de manœuvre suffisant pour le bras télescopique. Il faut également prévoir une aire de stationnement dans la cour d'exploitation.
GRANDS REPÈRES POUR LES APPLICATIONS : COÛTS	
INVESTISSEMENT	L'investissement pour une benne latérale se monte à 160.000–220.000 EUR.
COÛTS D'EXPLOITATION	Frais courants: - Réparation et maintenance : env. 11 % de l'investissement/an.
AUTRES ASPECTS IMPLIQUÉS	
HYGIÈNE ET SÉCURITÉ DU TRAVAIL	Les conditions générales d'hygiène et de sécurité jouent un grand rôle. Les dispositions applicables en Allemagne sont en particulier : - Réglementation technique de manutention des matériaux biologiques – Mesures de protection pour le ramassage des déchets (TRBA 213). - Réglementation de prévention : Hygiène et sécurité du travail dans la manutention et le traitement des déchets, partie 1 : Ramassage et transport des déchets.

AUTRES DÉTAILS	
APERÇU SUR LE MARCHÉ	
APPLICATIONS DE RÉFÉRENCE	<p>Les bennes latérales ne sont généralement pas très répandues mais jouent un rôle important et effectuent une grande partie du ramassage des déchets proches des habitations, en particulier dans les zones rurales, et ne cessent de progresser dans le bilan général.</p>
FABRICANTS ET OPÉRATEURS ATTESTÉS <i>(Important : La liste d'établissements qui suit n'est nullement exhaustive.)</i>	<p>Exemples de constructeurs de composants de véhicule et de solutions complètes :</p> <p>Châssis:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Daimler AG, Stuttgart, www.mercedes-benz.de - MAN Truck & Bus AG, Munic, www.truck.man.eu <p>Caisses et élévateurs :</p> <ul style="list-style-type: none"> - HS Fahrzeugbau GmbH, Emstek www.hs-fahrzeugbau.com - FAUN Umwelttechnik GmbH & Co. KG, Osterholz-Scharmbeck www.faun.com
REMARQUES ET AUTRE DOCUMENTATION DE RÉFÉRENCE	
<p><u>Vous trouverez une liste des fabricants et différents détails techniques auprès de :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Verband der Arbeitsgeräte- und Kommunalfahrzeug- Industrie e.V., Berlin, www.vak-ev.de - Groupe de travail commun de VKU (Association allemande des entreprises communales) et du BDE Véhicules et contenants – Aperçu technique et normes. www.vku.de/abfallwirtschaft.html <p><u>Référence pour les normes applicables :</u></p> <p>De nombreuses caractéristiques de construction et de sécurité sont standardisées dans la documentation suivante.</p> <ul style="list-style-type: none"> - DIN EN 1501, feuilles 1, 3 et 5 : Abfallsammelfahrzeuge und die dazugehörigen Schüttungen (Bennes à ordures ménagères et leurs lève-conteneurs associés). 	

RAMASSAGE PNEUMATIQUE

DOMAINE
D'APPLICATION ET
UTILISATIONS

- Ramassage automatisé, stockage et transport des déchets des ménages, des établissements publics, des établissements industriels et commerciaux.

CARACTÉRISTIQUE DU CADRE GÉNÉRAL DE L'APPLICATION

APPLICABLE NOTAMMENT AUX TYPES DE DÉCHETS SUIVANTS

Verre usagé		Emballages légers	X	Déchets alimentaires et épluchures	X
Papier et carton	X	Ordures ménagères composites	X	Déchets encombrants	
Lampes usagées		Textiles usagés		Déchets d'équipements électriques et électroniques	
Ferraille		Bois usagés		Déchets de construction et gravats	
Huiles de vidange		Peintures et vernis usagés		Pneumatiques usés	
Déchets dangereux	X	Par exemple déchets infectieux des hôpitaux.			
Déchets de fabrication et spécifiques de certaines activités					
Autres types de déchets	X	Tous les déchets de faible volume qui sont émis continuellement en petites quantités en de nombreux endroits.			

CARACTÉRISTIQUES ET SPÉCIFICATIONS SPÉCIALES POUR L'UTILISATION

Nécessité d'un traitement préliminaire :

Par principe non, mais il faut que les déchets soient immédiatement de faible volume ou qu'ils soient réduits à cet état ; les déchets encombrants sont ramassés de manière conventionnelle ou sont suffisamment réduits.

Possibilité d'utilisation du matériau brut :

Aucune limitation.

INFLUENCE DES FACTEURS EXTÉRIEURS SUR LES POSSIBILITÉS ET LES TYPES D'APPLICATION

Infrastructures :

Le ramassage est particulièrement bien adapté dans les zones de forte concentration de l'habitat, auprès des hôpitaux, dans les aéroports, les immeubles de bureau et les zones où les systèmes conventionnels de ramassage sont indésirables pour des raisons de protection contre le bruit ou de pollution du champ visuel.

Conditions climatiques :

Aucune limitation pour les applications.

DÉTAILS TECHNIQUES

APERÇU GÉNÉRAL

DESCRIPTION BRÈVE	Le ramassage pneumatique des déchets est une technique de ramassage centralisé efficace dans les zones de faible surface présentant de nombreux points de collecte proches les uns des autres. Le système est composé des goulottes d'alimentation, des conduites de transport, des bacs collecteurs pour le stockage temporaire et du module générateur de basse pression et purifiant l'air servant au transport. Le système est utilisé par suite de son faible encombrement, de son confort de manipulation, de l'hygiène de l'enlèvement souterrain des déchets. Dans certaines zones, le ramassage pneumatique est justifié par des considérations esthétiques (centre historique des villes) où le ramassage conventionnel est rendu difficile, par exemple par suite de la circulation automobile.
SPÉCIFICATIONS DE BASE	<ul style="list-style-type: none"> - Les déchets encombrants, par exemple les déchets de bois et les cartons doivent être déchiquetés préalablement ou ramassés par le système conventionnel. - Le système ne peut fonctionner que s'il est installé intégralement.

<p>AVANTAGES PARTICULIERS</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Faible encombrement au sol : - aucune amputation des sites et de l'ensemble du site résidentiel. - Bonne accessibilité : la mise en place d'options de chargements des déchets (goulottes d'alimentation) ne dépend pas de leur accessibilité par les véhicules de ramassage. - Aucune amputation des sites - Confort supérieur à l'utilisation et respect des règles d'hygiène par système clos. - Faible coût de ramassage et de transport, réduction des circuits de ramassage. - Adapté pour une redevance proportionnelle aux quantités.
<p>INCONVÉNIENTS SPÉCIFIQUES</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Coût de planification et de construction élevé - Longue durée de mise en place
<p>DÉTAIL DES APPLICATIONS</p>	
<p>PROCÉDURES TECHNIQUES</p>	<p>Une différence peut être faite entre un système stationnaire (voir les figures) avec stockage temporaire dans un conteneur mobile et un système mobile avec stockage temporaire dans une soude et prélèvement sur un véhicule par aspiration. Les goulottes d'alimentation à configuration de sas peuvent être installées dans les immeubles d'habitation et les bâtiments publics.</p> <p>Figure 18: Ramassage pneumatique des déchets - Système stationnaire avec conteneur à déchets (à gauche) et système mobile avec véhicule par aspiration (à droite).</p>  <p>Il est possible de séparer les différents types de déchet avec ce système. Il est aussi possible de regrouper les déchets de même catégorie dans des sacs différenciés par la couleur pour les séparer ensuite par tri simple (par exemple dans le système OPTIBAG).</p> <p>Figure 19: Modèle de goulottes possibles pour le système de ramassage pneumatique (à gauche) et véhicule à aspiration pour vider une soude (à droite) (Source à gauche : Intecus GmbH / (Source à droite : Envac Group, www.envacgroup.com)</p> 
<p>COURANTS ET QUANTITÉS DE MATÉRIAU</p>	<p>On utilise pour les systèmes mobiles des soutes de 1 à 6 m³ et pour les systèmes stationnaires des conteneurs mobiles standard et des conteneurs de décantation de 20 à 36 m³ (voir fiche « <u>Conteneurs sur roues</u> » et « <u>Conteneurs de décantation</u> »).</p>
<p>DOMAINE D'APPLICATION</p>	<p>La longueur des conduites est pratiquement illimitée. Il peut devenir nécessaire d'installer des soutes et des sections de transport supplémentaires. Les sections de tube utilisées couramment sont comprises en général entre 350 et 500 mm.</p>

LIENS ET POSSIBILITÉS DE COMBINAISON AVEC D'AUTRES TECHNIQUES	Sur les grandes installations, les conteneurs mobiles pour le ramassage définitif et le transport des déchets représentent une solution économique rationnelle. On évitera autant que possible la coexistence avec un système de ramassage conventionnel, par exemple pour le ramassage d'une partie des déchets. Grâce aux sas d'accès, le système est particulièrement bien adapté pour une redevance en fonction des déchets émis.
GRANDS REPÈRES POUR LES APPLICATIONS : UTILISATION DES RESSOURCES	
BILAN ENERGETIQUE	- L'installation fonctionne à l'électricité ; - la consommation d'énergie dépend de la taille de l'exploitation (distance de transport), la quantité et le type de déchets.
ÉMISSION DE CO ₂	- Ce système permet d'éviter les émissions parfois conséquentes de CO/CO ₂ dues au ramassage de type conventionnel.
AUXILIAIRES OU AUTRES CONSOMMABLES	- Courant électrique.
DEMANDE EN MAIN-D'ŒUVRE	- En fonction de la taille de l'exploitation ; 1 manutentionnaire a la charge de plusieurs installations.
ENCOMBREMENT AU SOL	- Nettement plus faible que les systèmes de ramassage en poubelles. - Gains résultant à l'économie de surface par rapport aux systèmes manuels d'env. 0,5 à 1m ² par unité d'habitation.
GRANDS REPÈRES POUR LES APPLICATIONS : COÛTS	
INVESTISSEMENT	- L'investissement varie entre env. 1.000 et 2.000 EUR par unité d'habitation d'un immeuble neuf. Les installations sont prévues en général pour une durée de 30 ans.
COÛTS D'EXPLOITATION	- Exploitation, réparation et maintenance : Coût inférieur à 1 % de l'investissement par an.
RECETTES POSSIBLES	- Taxe sur les déchets proportionnelle aux quantités
COUT TOTAL RAP- PORTE AU POIDS	- Très variable en fonction de la taille / du confort / de la configuration de l'installation et de la production de déchets.
AUTRES ASPECTS IMPLIQUÉS	
	Le système Optibag est une solution de tri pour différentes fractions de déchets : Les déchets sont regroupés dans un sac différenciés par la couleur puis collectés ensemble dans un conteneur. Il est possible de trier les déchets collectés par type en fonction de la couleur des sacs (www.optibag.com).
AUTRES DÉTAILS	
APERÇU SUR LE MARCHÉ	
APPLICATIONS DE RÉFÉRENCE	Le ramassage pneumatique des déchets est une technique fiable ayant donné toute satisfaction à l'utilisation. Elle est utilisée principalement dans les hôpitaux, les aéroports, le centre historique des villes de superficie exigüe, mais aussi dans les nouvelles zones d'habitation mixtes et denses. Applications de référence : les centres villes de Séville (SP), de Stockholm (S), de Copenhague (DK) et le CHU de Heidelberg (D).

FABRICANTS ET
OPÉRATEURS
ATTESTÉS

*(Important : La liste
qui suit n'est nulle-
ment exhaustive)*

Fabricants de systèmes pneumatiques de ramassage des déchets :

- Envac AB, Stockholm, Suède
- MariMatic Oy, Vantaa, Finlande

www.envacgroup.com

www.marimatic.com

SYSTEME D'IDENTIFICATION DES CONTENANTS (DE DÉCHETS), EN PARTICULIER POUR LES DÉCHETS RAMASSÉS À PROXIMITÉ DES HABITATIONS, AVEC POSSIBILITÉ DE PESAGE

DOMAINE D'APPLICATION ET UTILISATIONS

- Identification du ramassage des contenants de déchets des ménages dans le but d'établir la prise en charge du service à l'égard de l'émetteur des déchets, d'en réaliser la facturation.
- Exclusion du ramassage des contenants qui n'y sont pas destinés et des usagers ne payant pas de redevance (gestion des conteneurs).
- Enregistrement des caractéristiques logistiques.

CARACTÉRISTIQUE DU CADRE GÉNÉRAL DE L'APPLICATION

APPLICABLE NOTAMMENT AUX TYPES DE DÉCHETS SUIVANTS

Verre usagé		Emballages légers	X	Déchets alimentaires et épiluchures	X
Papier et carton	X	Ordures ménagères composites	X	Déchets encombrants	
Lampes usagées		Textiles usagés		Déchets d'équipements électriques et électroniques	
Ferraille		Bois usagés		Déchets de construction et gravats	
Huiles de vidange		Peintures et vernis usagés		Pneumatiques usés	
Déchets dangereux					
Déchets de fabrication et spécifiques de certaines activités					
Autres types de déchets	X	Application et installation réalisables pour tous les contenants standardisés mobiles (voir fiche technique « Conteneurs mobiles ») et toutes les techniques de ramassage associés, et donc toujours indépendamment du type de déchets.			

CARACTÉRISTIQUES ET SPÉCIFICATIONS SPÉCIALES POUR L'UTILISATION

Nécessité d'un traitement préliminaire :

Déchets tels quels, sans considération de l'utilisation ultérieure, à condition qu'ils soient collectés dans des contenants standardisés.

Exigences particulières en matière de protection :

Attestation de l'enregistrement et du traitement sécuritaires des informations sans possibilité de manipulation (en Allemagne, par exemple, certification de l'Office fédéral pour la sécurité des techniques informatiques – BSI).

INFLUENCE DES FACTEURS EXTÉRIEURS SUR LES POSSIBILITÉS ET LES TYPES D'APPLICATION

Infrastructures :

Application généralisée avec facilité d'intégration de l'habitat rural disséminé et des petites entreprises ; aucun investissement supplémentaire nécessaire pour la logistique et les équipements du service de ramassage.

Conditions climatiques :

Aucune limitation pour les applications.

DÉTAILS TECHNIQUES

APERÇU GÉNÉRAL

DESCRIPTION BRÈVE

Le système d'identification des contenants est un équipement électronique de saisie et de traitement des données assistant le monitoring des circuits de ramassage de déchets afin de répartir équitablement les redevances. Les fonctions de base consistent à enregistrer le ramassage des contenants de déchets avec possibilité de peser le contenu des contenants. Le système d'identification permet de réaliser les buts suivants :

- Système de redevances proportionné au ramassage et, éventuellement, au poids des déchets.
- Justification de la prestation de ramassage par l'opérateur.
- Gestion des conteneurs (par ex. refus de prise en charge des contenants non autorisés).
- Gestion des courses et de la flotte.

SPÉCIFICATIONS DE BASE	<ul style="list-style-type: none"> - Installation du système sur les contenants de ramassage et sur les véhicules et logiciel adapté pour l'analyse des données.
AVANTAGES PARTICULIERS	<ul style="list-style-type: none"> - Identification de la prestation pour chaque contenant et facturation exacte à l'émetteur de déchets de la prestation en fonction de l'immeuble et de l'adresse. - Prélèvement intégral de la redevance par la possibilité d'exclure les contenants non autorisés. - Facilités de prévision pour le ramassage et donc meilleur contrôle de prévision. - Système convivial, sans maintenance, ne créant aucun obstacle au ramassage et au transport.
INCONVÉNIENTS SPÉCIFIQUES	<ul style="list-style-type: none"> - Investissement initial et coût d'installation relativement élevés. - Garantie légale complète, en particulier pour ce qui concerne la propriété des contenants et les composants techniques du système. - Le système de redevance affecté aux émetteurs de déchet peut engendrer des décharges de déchets dans les contenants d'autrui.
DÉTAIL DES APPLICATIONS	
PROCÉDURES TECHNIQUES	<p>Le système d'identification est composé des principaux éléments suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Transpondeur ou code barre. - Unité d'identification. - Ordinateur de bord avec possibilité de mémorisation. - Mise en place de télétransmission de données, par ex par GPRS. - Le cas échéant, support de données (par ex. clé USB, carte RAM) - Ordinateur avec logiciel. <p>Le transpondeur ou le code barre servant pour l'identification est apposé sur les contenants. Le contenant est identifié automatiquement pendant le basculement et le déchargement du contenant, avec les informations complémentaires (localisation, date et heure, dimensions du contenant, éventuellement le poids, etc.) ; ces informations sont enregistrées sur l'ordinateur de bord. Les transpondeurs utilisés présentent un certain degré de standardisation des paramètres techniques (en Allemagne, par exemple, on applique la norme BDE, c'est-à-dire une fréquence de fonctionnement de 134,2 kHz, mémoire de type «lecture uniquement», code d'identification de 128 bits et nomenclature de référence fixe) garantissant une application uniforme. L'uniformisation du système a pour avantage de comprimer l'évolution des prix et de disposer de composants compatibles.</p> <p>Figure 20: Transpondeur dans le logement de la puce électronique MGB (à gauche) et ordinateur de bord dans le tableau de bord d'un véhicule de ramassage d'ordures (à droite) (Source à gauche : c-trace GmbH, www.c-trace.de / Source à droite : Harald Heinritz / www.abfallbild.de)</p>
	
<p>L'unité d'identification (lecteur) sur le véhicule de ramassage est constituée de l'antenne d'activation du transpondeur, de l'unité de réception du numéro de transpondeur et de l'unité d'analyse qui déchiffre et vérifie les signaux reçus. L'identification a lieu par réception sur antenne ou balayage. Les signaux sont ensuite transmis à l'ordinateur de bord. Il est aussi possible d'utiliser des douchettes de lecture, en particulier pour le code barre mais, dans la plupart des cas, elles ne servent que pour le contrôle du transpondeur. L'ordinateur</p>	

de bord sauvegarde des informations sur le véhicule et le ramassage et assure la commande de tout le système. La commande comporte en particulier le contrôle de validité du contenant et son enregistrement pour le ramassage. La carte SIM transmet généralement les informations protégées contre les manipulation de l'ordinateur de bord au système informatique ; la transmission peut également s'effectuer par un support de données. Le mécanisme de préhension (élévateur) peut être équipé en option d'une balance dynamique pour la pesée des déchets et le calcul de la redevance en fonction du poids. Les informations sont enregistrées et analysées selon le schéma ci-dessous :

Figure 21 : Enregistrement et traitement des informations par le système d'identification.



- 1) Le contenant de déchets portant un élément d'identification univoque (transpondeur ou code barre) est vidé dans le véhicule de ramassage.
- 2) Pendant le basculement, les données d'identification sont lues automatiquement et sauvegardées sur l'ordinateur de bord. Un système de pesage dynamique permet de déterminer le poids plein et vide du contenant,
- 3) Au terme du ramassage, les informations d'identification sont transmises au poste de lecture par radio ou sur support de données.
- 4) Toutes les informations pertinentes pour le fonctionnement du système d'identification et le calcul de la redevance, par exemple la liste des abonnés assujettis à la redevance et la gestion des contenants résident en permanence sur le système informatique. Un logiciel d'application analyse les informations et les affecte aux abonnés assujettis à la redevance.
- 5) Les relevés de redevance sont expédiés aux abonnés assujettis à la redevance.

COURANTS ET QUANTITÉS DE MATÉRIAU	La mise en place d'un service d'identification des contenants a en général pour conséquence une réduction des déchets et une réorientation vers les systèmes de prise en charge des déchets moins onéreux, voire gratuits. Il faut y voir le résultat d'un meilleur tri des déchets, principe inhérent à la mise en place du système de redevances avec affectation aux émetteurs de déchets. On dispose de données empiriques sur une réduction de 20 à 50% des quantités de déchets. Ce recul est en partie compensé par l'enregistrement des contenants qui échappaient jusque-là à la redevance.
DOMAINE D'APPLICATION	Théoriquement, l'aire géographique desservie par un système d'identification est illimitée.
LIENS ET POSSIBILITÉS DE COMBINAISON AVEC D'AUTRES TECHNIQUES	Le système d'identification peut être implanté sur pratiquement tous les véhicules de ramassage. La pesée dynamique peut elle aussi être installée sur tous les élévateurs évolués

GRANDS REPÈRES POUR LES APPLICATIONS : UTILISATION DES RESSOURCES	
ÉMISSION DE CO ₂	- La prévention des émissions de CO/CO ₂ existe par la possibilité qui est donnée d'optimiser le ramassage des déchets et d'utiliser les informations d'identification.
AUXILIAIRES OU AUTRES CONSOMMABLES	- A l'exception des composants techniques, aucun autre matériel n'est nécessaire.
DEMANDE EN MAIN-D'ŒUVRE	- Pas de changement au niveau du ramassage ; léger accroissement du personnel pour la transmission et le suivi des données.
ENCOMBREMENT AU SOL	- Le système ne nécessite aucune installation supplémentaire avec encombrement au sol.
GRANDS REPÈRES POUR LES APPLICATIONS : COÛTS	
INVESTISSEMENT	Valeurs d'orientation pour l'acquisition d'un système : <ul style="list-style-type: none"> - Transpondeur : 1 EUR/pièce. - Unité de lecture et ordinateur de bord sur le véhicule : 6.000–8.000 EUR - Pesée dynamique : 16.000–20.000 EUR - Lecteur portatif: 1.000 EUR - Ordinateur de traitement des données, avec logiciel : 8.000 EUR - Installation 3 EUR par contenant jusqu'à 240 l, 10 EUR par contenant jusqu'à 1.100 l. - Gestion de projet : 10.000 EUR
COÛTS D'EXPLOITATION	- Fonctionnement, réparation et maintenance : environ 7 % de l'investissement. - Transmission des informations par GPRS : 12–15 EUR par véhicule et par mois.
RECETTES POSSIBLES	- Amélioration du système de perception de la redevance et économies résultant d'une réduction des frais de ramassage pour les déchets à éliminer. Les services compétents dans les pays européens estiment que jusqu'à 10% des contenants de déchets qui sont présentés au ramassage et ne sont pas soumis à l'identification sont des intrus ne payant pas la redevance. Le système d'identification permet de les soumettre eux aussi à la redevance. - Diverses économies sont possibles par l'optimisation du ramassage et du transport.
COÛTS TOTAL RAP-PORTE AU POIDS	- Coût généré par le système de 5 à 7 EUR/Mg de déchets collectés.
AUTRES DÉTAILS	
APERÇU SUR LE MARCHÉ	
APPLICATIONS DE RÉFÉRENCE	Le système d'identification est une technique fiable ayant donné toute satisfaction dans les applications. Jusqu'à aujourd'hui, plus de 20 millions de contenants de déchets ont été équipés de transpondeurs en Allemagne. Un grand nombre de communes a mis en place depuis ce système pour le calcul de la redevance des ménages et des unités commerciales, en vue du contrôle continu et de l'optimisation des tournées de collecte de déchets.
FABRICANTS ET OPÉRATEURS ATTESTÉS <i>(Important : La liste qui suit n'est nullement exhaustive)</i>	Sélection de fabricants de composants pour l'identification : <ul style="list-style-type: none"> - MOBA Mobile Automation GmbH, Dresde www.moba.de - c-trace GmbH, Bielefeld www.c-trace.de - Envicomp Systemlogistik GmbH & Co. KG, Bielefeld-Herford www.sulo.com - WasteWatcher.NET GmbH, Duisburg www.wastewatcher.info - Sywatec Logistic GmbH, Dieburg www.sywatec.de

REMARQUES ET AUTRE DOCUMENTATION DE RÉFÉRENCE

Normes standardisées :

- DIN EN 14803:2006-05 : Identifikation und/oder Mengenbestimmung von Abfall (Identification et/ou détermination du volume de déchets).

Sources d'informations compétentes :

- Groupe de travail BDE-VKU « Mobile IT-Systeme » (Systèmes informatiques mobiles)
www.bde.world/themen/logistik/mobile-it-systeme/
- Office fédéral pour la sécurité des techniques informatiques: www.bsi.bund.de
- Office fédéral physico-technique (PTB) www.ptb.de

SEMI-REMORQUE À PLATEAU COULISSANT

DOMAINE D'APPLICATION ET UTILISATIONS - Transport longue distance des déchets

CARACTÉRISTIQUE DU CADRE GÉNÉRAL DE L'APPLICATION

APPLICABLE NOTAMMENT AUX TYPES DE DÉCHETS SUIVANTS

Verre usagé	X	Emballages légers	X	Déchets alimentaires et épiluchures	X
Papier et carton	X	Ordures ménagères composites	X	Déchets encombrants	X
Lampes usagées		Textiles usagés		Déchets d'équipements électriques et électroniques	
Ferraille		Bois usagés	X	Déchets de construction et gravats	
Huiles de vidange		Peintures et vernis usagés		Pneumatiques usés	X
Déchets dangereux					
Déchets de fabrication et spécifiques de certaines activités					
Autres types de déchets					

CARACTÉRISTIQUES ET SPÉCIFICATIONS SPÉCIALES POUR L'UTILISATION

Nécessité d'un traitement préliminaire :

Non, si nécessaire tri préalable pour réduire les frais de transport.

Possibilité d'utilisation du matériau brut :

Le transport ne modifie pas le matériau.

INFLUENCE DES FACTEURS EXTÉRIEURS SUR LES POSSIBILITÉS ET LES TYPES D'APPLICATION

Infrastructures :

Les infrastructures doivent garantir un espace de manœuvre approprié pour la semi-remorque et les chargements et déchargements du plateau coulissant (dont un sol de portance suffisante). L'utilisation de cette technique requiert d'autres équipements auxiliaires techniques.

Conditions climatiques :

Aucune limitation d'application ; le sol du point de collecte doit avoir une portance suffisante.

DÉTAILS TECHNIQUES

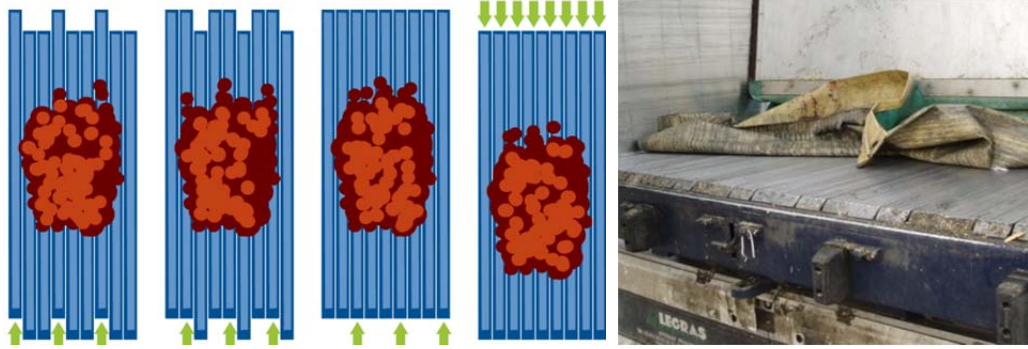
APERÇU GÉNÉRAL

DESCRIPTION BRÈVE

La semi-remorque à plateau coulissant est un système de chargement et de déchargement horizontal pour la plupart des marchandises, en vrac, sur palettes ou en sacs. Cette technique est utilisée principalement pour les transports longue distance entre les installations de transit, par exemple les points de transfert, et les installations de traitement. En général, la semi-remorque à plateau coulissant est chargée de déchets sur le poste de transit (voir aussi la fiche technique «Poste de transit») ou sur les points de collecte et sur les soutes au moyen de pinces. Le déchargement est réalisé automatiquement sur le plateau coulissant. Par rapport aux autres types de transport des déchets avec déchargement automatique, par exemple les véhicules à conteneur mobile (voir aussi la fiche technique «Système de changement de conteneur»), la semi-remorque à plateau coulissant accepte des chargements plus volumineux et pondéreux.

SPÉCIFICATIONS DE BASE

- Les déchets doivent pouvoir être chargés sur le plateau coulissant ; si nécessaire les déchets pondéreux et encombrants seront retirés avant le chargement, afin de ne pas endommager le plateau.

<p>AVANTAGES PARTICULIERS</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Coût de transport réduit en unités transportées par la grande capacité de chargement. - Les déchets sont déchargés rapidement, sans équipement technique supplémentaire.
<p>INCONVÉNIENTS SPÉCIFIQUES</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Risque de dommages par les déchets pondéreux et massifs. - La durée de vie est moins grande que celle des autres véhicules de transport à longue distance pour une utilisation régulière. - Pas de compactage du chargement.
<p>DÉTAIL DES APPLICATIONS</p>	
<p>PROCEDURES TECHNIQUES</p>	<p>Les déchets sont amenés sur le plateau coulissant et sont poussés par un râteau. Le plateau en profilés aluminium 21 a une largeur standard de 2,50 m. Il existe deux types de profilés de plateau, soit 7 profilés pour chacun des deux types. Le mouvement des deux parties du plateau déplace les déchets, après quoi, chacun des deux groupes de profilé recule l'un après l'autre en laissant le chargement à l'endroit où il a été déposé. Le cycle se répète jusqu'à la fin du chargement.</p> <p>Figure 22: Fonctionnement du système à plateau coulissant (à gauche) et intérieur d'une semi-remorque à plateau coulissant vu des profilés de plancher (à droite) (Source à droite : Intecus GmbH)</p>  <p>D'une manière générale, les constructeurs proposent des plateaux et des caisses entièrement adaptés pour les déchets spéciaux, avec par exemple profilés renforcés. Le schéma général de la remorque à plateau coulissant reste le même dans tous les cas. La remorque est tirée par un tracteur normal.</p>
<p>COURANTS ET QUANTITÉS DE MATÉRIAU</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Poids propre : env. 8 Mg pour la remorque et env. 7 Mg pour le tracteur, - chargement utile : env. 25 Mg pour un poids total en charge de 40 t pour le train. - Volume de chargement utile : env. 90 m³. - Durée du déchargement : En fonction du matériau, entre 10 et 30 min.
<p>DOMAINE D'APPLICATION</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Longueur : env. 13,5 m - Largeur : env. 2,5 m - Hauteur max. : 4 m (remorque uniquement).
<p>LIENS ET POSSIBILITÉS DE COMBINAISON AVEC D'AUTRES TECHNIQUES</p>	<ul style="list-style-type: none"> - En liaison avec les techniques de chargement, de transbordement et de transport décrites ci-dessus, ces véhicules ont une vocation universelle.
<p>GRANDS REPÈRES POUR LES APPLICATIONS : UTILISATION DES RESSOURCES</p>	
<p>BILAN ÉNERGÉTIQUE</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Référence approximative : 40 l pour 100 km en utilisation standard.
<p>ÉMISSION DE CO₂</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Le bilan CO₂ de ce type de transport est dans la plupart des cas négatif par rapport au transport ferroviaire, fluvial et maritime.

AUXILIAIRES OU AUTRES CONSOMMABLES	- Aucun
DEMANDE EN MAIN-D'ŒUVRE	- 1 conducteur.
ENCOMBREMENT AU SOL	- Espace de parking de surface appropriée, le cas échéant, surface de manœuvre.
GRANDS REPÈRES POUR LES APPLICATIONS : COÛTS	
INVESTISSEMENT	L'investissement est de : - 50.00–70.000 EUR pour une semi-remorque à plateau coulissant et - 70.000–120.000 EUR pour le tracteur.
COÛTS D'EXPLOITATION	Frais courants : - Carburant (environ 40 l aux 100 km). - Réparation et maintenance : Environ 10% de l'investissement total par année, pneumatiques et agents de lubrification. - Salaire du conducteur.
COÛT TOTAL RAPPORTE AU POIDS	- Par exemple, pour chargement complet et déplacement sur 250 km, 15 EUR/Mg.
AUTRES DÉTAILS	
APERÇU SUR LE MARCHÉ	
APPLICATIONS DE RÉFÉRENCE	- Application universelle, également pour d'autres transports.
FABRICANTS ET OPÉRATEURS ATTESTÉS <i>(Important : La liste qui suit n'est nullement exhaustive)</i>	Exemples de constructeurs de composants de véhicule et de solutions complètes : - Schmitz Cargobull AG, Horstmar www.cargobull.com - F.X. MEILLER Fahrzeug- u. Maschinenfabrik-GmbH & Co KG, Munich www.meiller.com - Martin Reisch GmbH Fahrzeugbau, Ehekirchen-Hollenbach www.reisch-fahrzeugbau.de
REMARQUES ET AUTRE DOCUMENTATION DE RÉFÉRENCE	
<p><u>Référence pour les normes applicables :</u> - Sécurité du chargement : Directives VDI 2700, DIN-EN 12195-1</p> <p><u>Vous trouverez une liste des constructeurs / utilisateurs et des informations complémentaires auprès de :</u> - Verband der Arbeitsgeräte- und Kommunalfahrzeug- Industrie e.V., Berlin, (Association agréée de l'industrie des équipements de travail et des véhicules urbains e.V., Berlin) www.vak-ev.de</p>	

CONTENEURS INTERCHANGEABLES

DOMAINE
D'APPLICATION ET
UTILISATIONS

- Conteneurs de déchets pour transport sur longue distance

CARACTÉRISTIQUE DU CADRE GÉNÉRAL DE L'APPLICATION

APPLICABLE NOTAMMENT AUX TYPES DE DÉCHETS SUIVANTS

Verre usagé	X	Emballages légers	X	Déchets alimentaires et épiluchures	X
Papier et carton	X	Ordures ménagères composites	X	Déchets encombrants	X
Lampes usagées	X	Textiles usagés	X	Déchets d'équipements électriques et électroniques	X
Ferraille	X	Bois usagés	X	Déchets de construction et gravats	X
Huiles de vidange	X ⁵	Peintures et vernis usagés	X ¹	Pneumatiques usés	X
Déchets dangereux	X ¹	Déchets liquides et pâteux ou dangereux sous emballage spécial.			
Déchets de fabrication et spécifiques de certaines activités	X				
Autres types de déchets	X				

CARACTÉRISTIQUES ET SPÉCIFICATIONS SPÉCIALES POUR L'UTILISATION

Nécessité d'un traitement préliminaire :

En règle générale, aucun traitement préalable n'est nécessaire

Possibilité d'utilisation du matériau brut :

Totalement indépendant du système de conteneurs.

INFLUENCE DES FACTEURS EXTÉRIEURS SUR LES POSSIBILITÉS ET LES TYPES D'APPLICATION

Infrastructures :

Les conteneurs interchangeables ne peuvent être utilisés que dans les zones présentant les infrastructures nécessaires et toutes les facilités d'accès au système de transport ; une aire de manœuvre suffisante doit être ménagée pour accoster les conteneurs.

Conditions climatiques :

Aucune limitation.

DÉTAILS TECHNIQUES

APERÇU GÉNÉRAL

DESCRIPTION
BRÈVE

Les conteneurs interchangeables sont utilisés pour le transport sur de longues distances. À la différence des véhicules avec caisse fixe, les conteneurs mobiles sur châssis sont transbordés rapidement d'un véhicule à l'autre, sans déchargement de leur contenu. Une aire consolidée suffit pour le transbordement. Par suite de ces facilités de transbordement, les conteneurs interchangeables sont particulièrement bien adaptés pour le transport combiné camion. La cargaison est transportée telle quelle, sans transbordement. Les conteneurs interchangeables sont utilisés de plus en plus souvent pour le transport des déchets du fait qu'ils réalisent une excellente protection contre les émissions de polluants grâce à la rapidité et à la simplicité de transbordement. Cette simplicité explique que les conteneurs interchangeables soient utilisés dans les cas concrets sur les transporteurs à longue distance.

⁵ sous emballage spécial.

<p>SPÉCIFICATIONS DE BASE</p>	<p>- Véhicules de transport appropriés et équipements de transbordement.</p>
<p>AVANTAGES PARTICULIERS</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Transport peu onéreux des déchets sur de longues distances. - Contrairement aux véhicules à caisse rigide : - Émissions pratiquement nulles pendant le transbordement. - Le transbordement des conteneurs interchangeables sur plusieurs véhicules peut être maîtrisé sans équipements techniques supplémentaires (postes de transbordement). - Le transbordement est en général plus rapide que le déversement. - Les déchets en conteneurs interchangeables peuvent être stockés si nécessaire. - Le coût généré par le ramassage peut s'établir à un niveau plus bas que les autres types de ramassage pour transport sur de longues distances.
<p>INCONVÉNIENTS SPECIFIQUES</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Contrairement aux véhicules à caisse rigide : - L'investissement peut être plus élevé. - La charge utile peut être diminuée par les équipements pondéreux de manutention.
<p>DÉTAIL DES APPLICATIONS</p>	
<p>PROCÉDURES TECHNIQUES</p>	<p>Pour les déchets solides des agglomérations, on utilise en général des conteneurs standardisés, par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Système de conteneurs sur roues – ACTS, compatibles avec les conteneurs sur roues (voir la fiche technique (« <u>Conteneurs sur roues</u> »)). - Systèmes de ponts de transbordement pour les transports routiers combinés. <p>Dans les cas concrets, des problèmes de compatibilité peuvent apparaître en particulier pour ce qui concerne la longueur des conteneurs, les raccords et les fermetures. Pour les déchets spéciaux (par exemple les boues de décantation), on utilise aussi les conteneurs de décantation (voir la fiche technique « <u>Conteneurs de décantation</u> »).</p>

Figure 23: Applications du conteneur interchangeable



Figure 24: Conteneur interchangeable pour le transport routier (à gauche en haut & à droite en haut) (Sources à gauche en haut & à droite en haut : Petra Hoefß, FABION Markt + Medien / www.abfallbild.de) / Poste de transbordement des conteneurs interchangeables pour le transport maritime (à gauche en bas) et le transport ferroviaire avec le système de conteneurs sur roues ou ACTS (à droite en bas) (Source à gauche en bas : INTECUS GmbH / Source à droite en bas : Auteur : Priwo, Lizenz « [Creative Commons Attribution/Share Alike](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) »)



COURANTS ET QUANTITÉS DE MATÉRIAU

La possibilité de transborder les conteneurs dépend des facteurs suivants :

- Capacité des conteneurs (longueur variable)
- Capacité de poids en charge du véhicule
- Possibilité de compacter les matériaux
- Les conteneurs interchangeables pour véhicules de ramassage ont une capacité entre 6 et 12 Mg de déchets.

DOMAINE D'APPLICATION

En général, il est possible d'adapter la logistique du transport (nombre et dimensions des conteneurs et des véhicules de transport, capacité des installations de transbordement). Les conteneurs interchangeables homologués ACTS et les ponts de transbordement sont adaptés pour les transports routiers et ferroviaires de conteneurs de 2,4 m de largeur et 2,5 m de hauteur, mais la longueur varie entre 4,5 et 12,2 m, ce qui donne des fluctuations de volume entre 20 et 75 m³.

Les conteneurs prenant place sur les véhicules de ramassage ont une longueur entre 4,5 m et max. 7 m. Pour le transport longue distance, 2 ou 3 de ces conteneurs sont chargés sur une semi-remorque. Les conteneurs de plus de 7 m de longueur sont destinés uniquement au transport longue distance car ils dépassent les capacités des véhicules de ramassage.

LIENS ET POSSIBILITÉS DE COMBINAISON AVEC D'AUTRES TECHNIQUES

Le transport longue distance peut rendre nécessaire une installation de transbordement (voir la fiche technique « [Poste de transbordement](#) »). Dans de nombreux cas, les véhicules de ramassage sont adaptés pour le passage au transport longue distance. En général, les conteneurs interchangeables homologués ACTS sont compatibles avec les conteneurs sur roues (voir fiche technique « [Conteneurs sur roues](#) ») et l'on utilise souvent les mêmes véhicules de transport.

GRANDS REPÈRES POUR LES APPLICATIONS : UTILISATION DES RESSOURCES	
BILAN ÉNERGÉTIQUE	- Les deux dépendent du système de transport (camion, chemin de fer, navigation fluviale ou maritime) ; du fait que le transbordement est moins délicat, ces conteneurs ont en général un meilleur bilan que les opérations de transbordements et de transport avec d'autres équipements.
ÉMISSION DE CO ₂	
AUXILIAIRES OU AUTRES CONSOMMABLES	
DEMANDE EN MAIN-D'ŒUVRE	
ENCOMBREMENT AU SOL	
GRANDS REPÈRES POUR LES APPLICATIONS : COÛTS	
INVESTISSEMENT	L'investissement est de : - env. 10.000 EUR pour un conteneur interchangeable - env. 140.000 EUR pour un train de 2 et 3 conteneurs interchangeables
COÛTS D'EXPLOITATION	- Fortement tributaires du type de transport (camion, chemin de fer, navigation fluviale ou maritime)
COÛT TOTAL RAPPORTE AU POIDS	- Fortement tributaires du type de transport (camion, chemin de fer, navigation fluviale ou maritime)
AUTRES DÉTAILS	
APERÇU SUR LE MARCHÉ	
APPLICATIONS DE RÉFÉRENCE	Les conteneurs interchangeables sont utilisés pour les transports routiers et les opérations afférentes de transbordement. Exemple de transport ferroviaire des conteneurs interchangeables en Allemagne : - Gesellschaft Abfallwirtschaft Breisgau GmbH, Fribourg www.abfallwirtschaft-breisgau.de - Abfallwirtschaftsbetrieb Ilm-Kreis www.aik.ilm-kreis.de - Zweckverband Abfallverwertung Südostbayern, Burgkirchen www.zas-burgkirchen.de
FABRICANTS ET OPÉRATEURS ATTESTÉS <i>(Important : La liste qui suit n'est nullement exhaustive)</i>	Choix d'opérateurs systèmes pour les conteneurs interchangeables : - Max Aicher Bischofswerda GmbH & Co. KG, Bischofswerda www.the-waste-profi.com - AWILOG-Transport GmbH, Oberriexingen, www.awilog.de Les fabricants de véhicules de ramassage (voir par ex. la fiche technique « <u>Benne à chargement arrière</u> ») proposent pour la plupart les porte-conteneurs interchangeables et les conteneurs.
REMARQUES ET AUTRE DOCUMENTATION DE RÉFÉRENCE	
<p><u>Référence pour les normes applicables :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - DIN-EN 12195-1-6: Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen - Sicherheit (Sécurisation du chargement à bord des véhicules routiers - Sécurité) <p><u>Des informations complémentaires sont disponibles auprès :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Verband der Arbeitsgeräte- und Kommunalfahrzeug- Industrie e.V., Berlin, (Association agréée de l'industrie des équipements de travail et des véhicules urbains e.V., Berlin) www.vak-ev.de 	

POSTE DE TRANSIT DES DÉCHETS

DOMAINE
D'APPLICATION ET
UTILISATIONS

- Transbordement des déchets pour le transport longue distance

CARACTÉRISTIQUE DU CADRE GÉNÉRAL DE L'APPLICATION

APPLICABLE NOTAMMENT AUX TYPES DE DÉCHETS SUIVANTS

Verre usagé	X	Emballages légers	X	Déchets alimentaires et épiluchures	X
Papier et carton	X	Ordures ménagères composites	X	Déchets encombrants	X
Lampes usagées		Textiles usagés		Déchets d'équipements électriques et électroniques	
Ferraille	X	Bois usagés	X	Déchets de construction et gravats	X
Huiles de vidange		Peintures et vernis usagés		Pneumatiques usés	X
Déchets dangereux					
Déchets de fabrication et spécifiques de certaines activités	X	En particulier déchets solides			
Autres types de déchets	X	En particulier déchets solides			

CARACTÉRISTIQUES ET SPÉCIFICATIONS SPÉCIALES POUR L'UTILISATION

Nécessité d'un traitement préliminaire :

Un traitement préliminaire n'est pas nécessaire dans la plupart des cas, sauf pour les déchets encombrants qui seront concassés préalablement, par exemple pendant le ramassage sur chargeur arrière par compactage.

Possibilité d'utilisation du matériau brut :

Le tri opéré ultérieurement peut être rendu difficile par le compactage pendant le transport ou sur le poste de transit.

INFLUENCE DES FACTEURS EXTÉRIEURS SUR LES POSSIBILITÉS ET LES TYPES D'APPLICATION

Infrastructures :

Le poste de transit doit être un point facilement accessible, non exposé aux intempéries et occuper une position centrale par rapport aux quantités de déchets les plus importantes pour la circonscription de ramassage.

Conditions climatiques :

Dans les zones de climat extrême, les déchets transités seront protégés contre les intempéries. Par conséquent et pour assurer la protection contre les émissions provoquées par le transbordement nu des déchets et par le compactage à l'air libre, le poste de transit sera aménagé si possible dans une halle.

DÉTAILS TECHNIQUES

APERÇU GÉNÉRAL

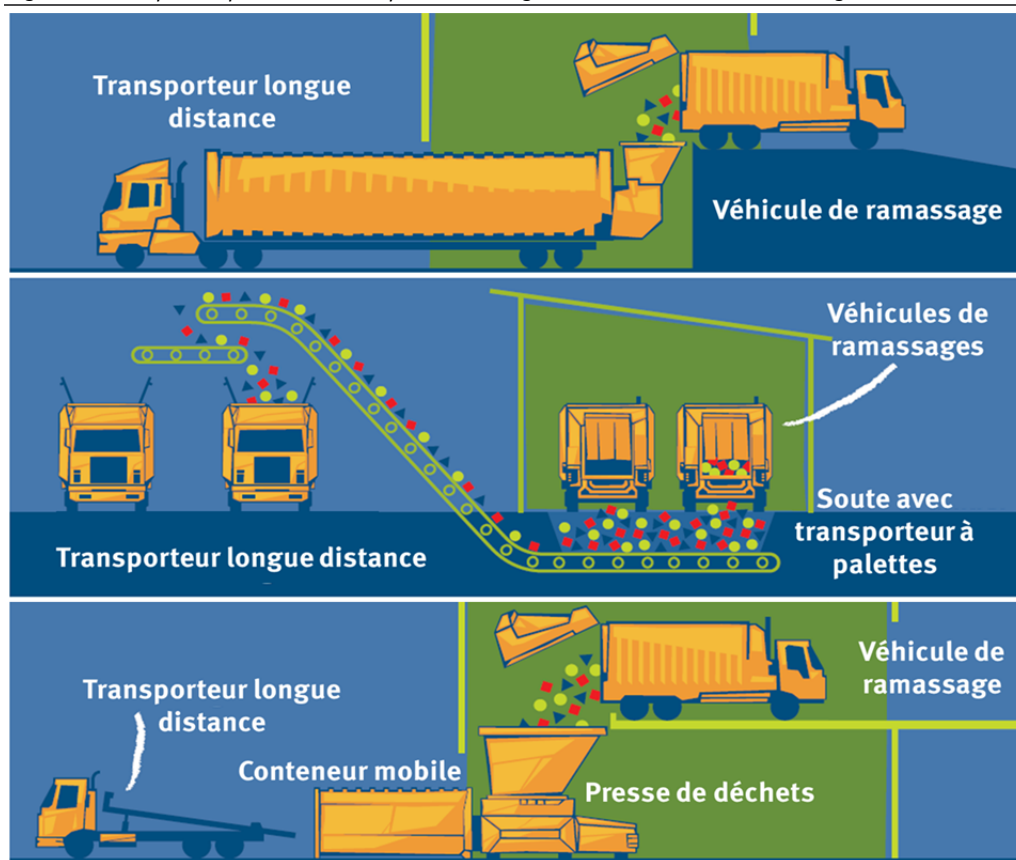
DESCRIPTION
BRÈVE

Les postes de transit sont destinés à transborder les déchets provenant des véhicules de ramassage longue distance (camions, transport ferroviaire, fluvial et maritime). Sur certains postes, le compactage peut être effectué. Un compactage des déchets est intégré pour la plupart des procédures de transbordement. Le transbordement des déchets s'impose dans les cas où les installations de traitement et d'élimination des déchets sont à une distance telle que le transport avec les véhicules de ramassage est trop onéreux par comparaison avec le déchargement et la poursuite du transport avec des véhicules au long cours. Les postes de transit sont équipés des installations techniques nécessaires pour la circulation routière et sont implantés en un lieu facilement accessible dans la circonscription de ramassage.

<p>SPÉCIFICATIONS DE BASE</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Une délivrance de licence et d'autorisation pour ces installations est prévue en raison des dégradations de l'environnement engendrées par les transbordements (dont le bruit, les émissions d'odeurs). - Excellentes infrastructures et équipements, en particulier le raccordement à des réseaux de transport (voies de transport importantes).
<p>AVANTAGES PARTICULIERS</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Rationalisation du transport par la réduction des trajets de ramassage primaire et transbordement. - Les transports longue distance avec véhicules spéciaux sont, par leur capacité de chargement, moins onéreux que pour les véhicules de ramassage. L'augmentation de capacité de chargement est due au type de véhicules utilisés pour le transport longue distance et à la possibilité de compactage avant ou pendant le transit.
<p>INCONVÉNIENTS SPECIFIQUES</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Coûts supplémentaires générés par l'aménagement et l'entretien du poste de transit. - Déplacements accrus des camions dans l'environnement immédiat des habitations et possibilité d'émissions de bruits et d'odeurs.
<p>DÉTAIL DES APPLICATIONS</p>	
<p>PROCÉDURES TECHNIQUES</p>	<p>La conception générale des postes de transit peut varier fortement en fonction des conditions générales ; les principaux points communs sont les suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Types de véhicules de ramassage et de transport longue distance. <ul style="list-style-type: none"> a) Transporteurs de conteneurs mobiles ou caisses rigides b) Le transport longue distance peut être réalisé par des semi-remorques, par chemin de fer ou transport fluvial et maritime. Par conséquent, un raccordement à ces différents types de transport doit exister. - Transbordement avec ou sans compactage des déchets. <ul style="list-style-type: none"> Le compactage est réalisé avant le chargement définitif au moyen d'une presse stationnaire ou dans le véhicule de transport longue distance. <p>Le poste de transit le plus simple est constitué d'une aire consolidée pour le transbordement des déchets en provenance des véhicules de ramassage dans les véhicules de transport à conteneurs mobiles (voir aussi la fiche technique « <u>Conteneurs interchangeables</u> »). Il existe plusieurs types de conteneurs mobiles, le changement de conteneurs étant réalisé avec ou sans équipements techniques supplémentaires, avec engin de levage, sur rampes, etc.</p> <p>Les véhicules de ramassage à caisse rigide sont déchargés au poste de transit, comme les porte-conteneurs mobiles lorsque les conteneurs ne peuvent pas être transférés directement sur le transporteur longue distance. Le déchargement est réalisé sur un sol plan avec chargeur sur roues, bande transporteuse ou pousseur. Il peut aussi s'effectuer sur rampe avec transfert direct du véhicule de ramassage vers le transporteur longue distance ou conteneurs ouverts. Les déchets peuvent également être dirigés vers une presse de compactage. Exemples de postes de transit avec déchargement du véhicule de ramassage schématisés sur la figure 1.</p> <p>Les postes de transit donnant sur un raccordement ferroviaire, fluvial ou maritime ont en principe les mêmes équipements avec, en plus un branchement au transport longue distance. Le point final de déchargement doit avoir les mêmes infrastructures. Le transport longue distance des déchets par chemin de fer, par la voie fluviale ou maritime maîtrise des quantités beaucoup plus élevées que les semi-remorques pour obtenir une rentabilité raisonnable. Toutefois, les contraintes logistiques du transport ferroviaire, fluvial ou maritime sont considérables, les facteurs économiques jouent aussi un rôle, si bien que l'on n'y recourt que dans quelques cas particuliers seulement. Les conteneurs mobiles sont déchargés sur des wagons spécialement équipés par prélèvement direct sur le véhicule routier, sans équipements techniques supplémentaires.</p> <p>Le compactage des déchets pendant le transbordement dépend essentiellement des coûts induits et de l'économie que l'on attend sur le transport longue distance par l'augmentation des quantités transportées. Le poste de transit peut aussi être équipé des installations suivantes :</p>

- Bascule peseuse pour l'enregistrement des quantités de déchets.
- Aire ou soute de stockage des déchets.
- Réception des déchets en provenance du ramassage.

Figure 25: Exemples de postes de transit pour le déchargement des véhicules de ramassage.



<p>COURANTS ET QUANTITÉS DE MATÉRIAU</p>	<p>Le poste de transit doit être doté d'infrastructures minimales en fonction des conditions techniques et humaines générales, sinon les grandes quantités de déchets ne peuvent pas être maîtrisées.</p>
<p>DOMAINE D'APPLICATION</p>	<p>Possibilité d'adaptation à la demande et aux conditions générales ; les principales applications sont décrites aux rubriques encombrement au sol et main-d'œuvre.</p>
<p>LIENS ET POSSIBILITÉS DE COMBINAISON AVEC D'AUTRES TECHNIQUES</p>	<p>Intégration dans la chaîne de transport des déchets en tout point ; possibilité d'adaptation souple à l'infrastructure et aux systèmes techniques intervenant dans la collecte des déchets et le transport.</p>
<p>GRANDS REPÈRES POUR LES APPLICATIONS : UTILISATION DES RESSOURCES</p>	
<p>AUXILIAIRES OU AUTRES CONSOMMABLES</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Equipements techniques (par exemple engin de levage, benne preneuse, bandes transporteuses) en fonction de la configuration générale du poste de transit.
<p>DEMANDE EN MAIN-D'ŒUVRE ET ENCOMBREMENT AU SOL</p>	<p>Pour établir le bilan des coûts, nous avons retenu trois exemples de postes d'une capacité de 30.000 Mg/an et un transport longue distance en semi-remorques :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Transbordement des véhicules de ramassage sur conteneurs mobiles vers semi-remorques porte-conteneurs mobiles, sans équipements techniques supplémentaires. <ul style="list-style-type: none"> - Seule une aire de transbordement appropriée est nécessaire - Les conducteurs des véhicules de ramassage et de transport réalisent eux-mêmes le transbordement.

	<p>2) Transbordement des véhicules de ramassage à caisse rigide vers les transporteurs longue distance sans compactage des déchets.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Transbordement direct sur rampe du véhicule de ramassage vers le transporteur longue distance. - Le poste de transit est aménagé dans une halle. - Deux opérateurs chargés de la surveillance sont nécessaires. <p>3) Transbordement des véhicules de ramassage à caisse rigide vers les transporteurs longue distance avec conteneurs fermés après compactage des déchets.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Transfert de la cargaison des véhicules de ramassage vers la presse au moyen de chargeurs sur roues ou pousseurs ou en hauteur dans une trémie. - La presse exécute le compactage et le chargement dans les conteneurs mobiles fermés. - La demande en main-d'œuvre de l'installation de transbordement et pour la surveillance est de maximum 4 ouvriers.
GRANDS REPÈRES POUR LES APPLICATIONS : COÛTS	
INVESTISSEMENT ET COÛT D'EXPLOITATION	<p>Amortissement de l'investissement et coûts d'exploitation courants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dans l'exemple 1) jusqu'à 10.000 EUR/an - Dans l'exemple 2) 250.000 à 350.000 EUR/an plus les frais de personnel pour 2 ouvriers et les frais d'infrastructure. - Dans l'exemple 3) 300.000 à 450.000 EUR/an plus les frais de personnel pour 4 ouvriers et les frais d'infrastructure. <p>Nous n'avons pas tenu compte du décalage pouvant exister entre le prix de revient des véhicules de ramassage et les transporteurs longue distance (conteneurs mobiles, caisse rigide). Le coût d'investissement total est compris le plus souvent entre 1,0 et 5,0 millions EUR.</p>
COÛT TOTAL RAPPORTE AU POIDS	- 0,1 à 15 EUR/Mg
AUTRES ASPECTS IMPLIQUÉS	
SECURITÉ AU TRAVAIL	<p>Respecter les aspects de santé et de sécurité au travail pour l'utilisation des équipements techniques intervenant sur le poste de transit. Les dispositions applicables en Allemagne sont en particulier :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Réglementation allemande GUV 238-1: Hygiène et sécurité du travail dans la manutention et le traitement des déchets, partie 1 : Ramassage et transport des déchets.
AUTRES DÉTAILS	
APERÇU SUR LE MARCHÉ	
APPLICATIONS DE RÉFÉRENCE <i>(Important : La liste qui suit n'est nullement exhaustive)</i>	<p>Il existe un grand nombre de postes de transit. Références sélectionnées en Allemagne :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zweckverband Abfallwirtschaft Oberes Elbtal www.zaoe.de - Zweckverband Müllverwertung Schwandorf http://z-m-s.de/muellanlieferung - Waste transfer station components & design (solutions of Werner & Weber Germany GmbH) www.werner-weber.com/upload/file/TransferStations-EN-10_2014_v02.pdf
FABRICANTS ET OPÉRATEURS ATTESTÉS	Il n'y a pas d'équipements spécifiques des postes de transit ; l'aménagement est réalisé par les constructeurs d'aires et de halles appropriées et avec les équipements de transbordement courants.

Préparation, traitement et valorisation des déchets municipaux

Introduction

Les déchets contiennent une proportion élevée de substances et de matériaux réutilisables, si bien que le transfert direct en décharge représente une perte considérable en ressources matérielles (en particulier en matériaux et en terrains pour la décharge) et s'accompagne de nuisances pour l'environnement. Pour cette raison, la réglementation européenne sur les déchets a défini des priorités et édicté que la première des obligations du traitement des déchets consistait à les préparer pour la récupération et à les recycler. C'est seulement lorsque cette phase se heurte à des limites pratiques qu'il est possible d'envisager d'autres formes de valorisation, comme la transformation énergétique, alors que le transfert en décharge ordonnée est la dernière des possibilités d'élimination sécuritaire des déchets. Ces principes reposent aussi sur cette idée que la récupération des substances et des matériaux dans les déchets assume une fonction économique et sociale non négligeable. Le tri et le traitement des déchets répartis ensuite entre les différentes fractions de matériaux constituent une possibilité d'emplois non négligeable, contribue à la création d'un véritable secteur économique et facilite l'élimination des déchets sans risques majeurs pour l'environnement et la santé de l'homme. Les exemples restent malheureusement nombreux dans le monde où les retombées négatives d'une mauvaise gestion des déchets se font sentir, en particulier par la propagation de maladies et d'épidémies gravissimes, principalement là où les déchets sont déversés sur les lieux d'habitation et dans les cours d'eau, où certains sont obligés de chercher leur subsistance dans les déchets et où, pour diverses raisons, il n'y a pas de stockage ni de traitement réguliers des déchets, pour quelque raison que ce soit.

Une approche globale et durable du problème des déchets donne un maximum de sécurité en matière de maîtrise et ouvre la perspective d'un produit économique optimal en provenance des déchets ; elle représente une option durable et une stratégie efficace de maîtrise des déchets. Dans toutes les **approches intégrées**, nous trouvons une combinaison de différentes options de traitement et d'utilisation. Bien entendu, la gamme des options et les modalités d'application dépendent des objectifs que l'on se fixe, des possibilités de réalisation et des conditions locales. Il existe en ce qui concerne les buts et les

normes devant être respectées un cadre juridique (par exemple la réglementation qui s'impose aux pays membres de l'Union Européenne) et une législation nationale, devant être mises en œuvre par les opérateurs et les décideurs sur place.

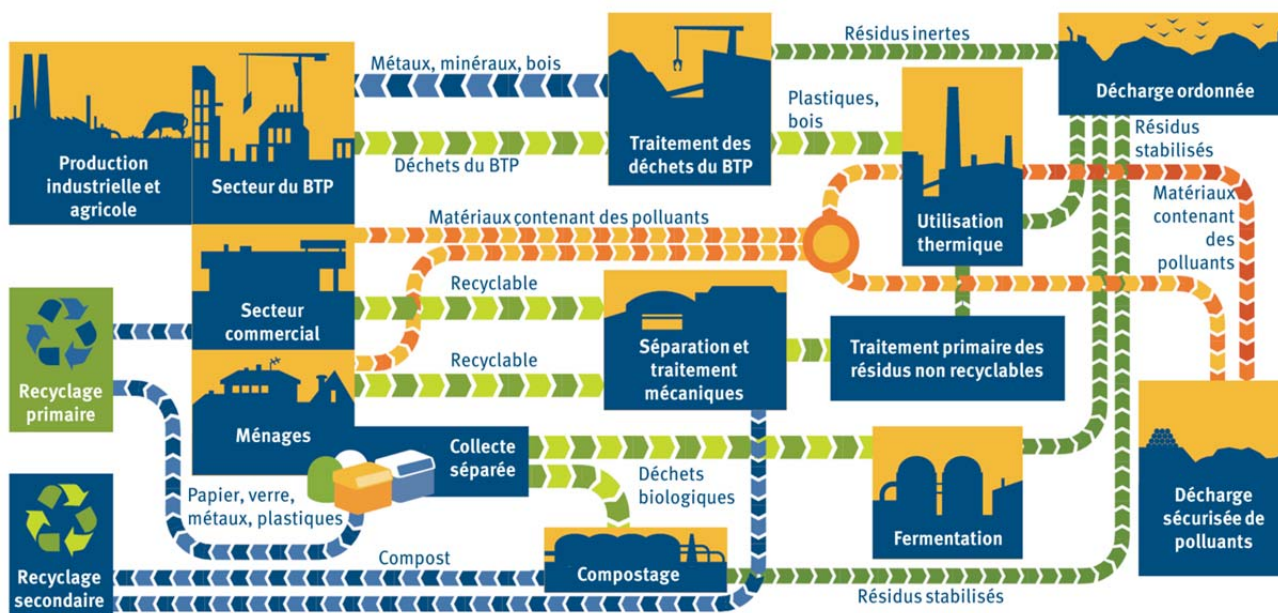
La maîtrise globale des déchets est faite de plusieurs procédures et techniques. Il s'agit principalement des différentes procédures de préparation, de recyclage et de traitement (fiches techniques « Préparation », « Récupération des matières premières », « Stabilisation », « Prétraitement des déchets »), de la conversion thermique des déchets et de la récupération de l'énergie combinant le traitement préparatoire et la mise en valeur (fiches techniques « Incinération »), mais aussi et inévitablement, le stockage et le déversement des résidus dans des décharges sécurisées (fiches techniques « Mise en décharge »). Le système de maîtrise des déchets idéal est celui qui combine les différentes techniques et procédures de traitement pour qu'elles se complètent harmonieusement dans l'optique d'une gestion globale, comme celle illustrée par le schéma de la Figure 1.

Recyclage des matériaux provenant des déchets

Le **recyclage** et l'utilisation des substances récupérables en provenance des déchets sont des éléments clés pour réduire les quantités de déchets et pour faire valoir les objectifs primordiaux de la gestion des déchets. L'objectif primaire consiste ici à récupérer les matériaux recyclables et pouvant être réinjectés dans les activités de transformation.

Dans les déchets se trouvent des substances et des matériaux en grandes quantités qui, malgré une première utilisation, ont gardé leurs propriétés de matières (premières) et possèdent certaines caractéristiques les rendant aptes à la fabrication de nouveaux produits ou de substituts privilégiés pour les matériaux rares. Pour cela, il faut les prélever sur les flux de déchets et les récupérer séparément. La récupération et le recyclage supposent que les matériaux en question aient un certain degré de pureté. C'est à ce niveau qu'interviennent la **préparation** et le **tri** des déchets consistant à prélever les matériaux utilisables du reste des déchets et à les récupérer sous une forme suffisamment pure pour d'autres types d'utilisation.

Figure 1: Schéma d'un système de gestion global des déchets dans des conditions générales idéales (Repris et modifié de Koch, T., Seeberger, J.: Ökologische Müllverwertung (Valorisation écologique des déchets. 1984



La séparation et le tri des déchets peuvent être réalisés par les émetteurs des déchets, sur place, et par ailleurs par la mise en œuvre de procédures industrielles. L'industrie n'est pas seule à bénéficier des retombées du recyclage, les producteurs de déchets et les collectivités territoriales en profitent eux aussi. La séparation des déchets permet à leurs émetteurs de réduire, dans l'environnement correspondant, les redevances qu'ils auraient normalement versées pour le ramassage des déchets mixtes. Les collectivités territoriales de leur côté réalisent un gain en terrain pour les décharges et, dans le meilleur des cas, peuvent retirer un bénéfice de la vente des matériaux de récupération.

Les matériaux en provenance des déchets des ménages, du commerce et de l'industrie les plus couramment prélevés et présentant le plus grand intérêt sont les suivants :

- ▶ les vieux papiers,
- ▶ les débris de verre,
- ▶ les matériaux d'emballage.

Il existe plusieurs procédures de préparation et combinaisons d'interventions techniques pour réaliser ces opérations. Dans tous les cas, il s'agit de prélever la fraction des matériaux qui sera dirigée vers le recyclage. A ce niveau, l'essentiel consiste à éliminer les impuretés et les substances parasites venant compliquer le recyclage, voire même le rendant impossible. Pour ce faire, on met en œuvre différentes techniques de tri et de sépa-

ration. Le degré d'intervention technique à ce niveau dépend de la qualité du produit de recyclage que l'on veut obtenir (par exemple plusieurs catégories de papier avec un taux plus ou moins élevé de papier parasite) qui dépend elle-même de la demande sur le marché, de l'état général des prix et des bénéfices que l'on attend de la vente des différentes fractions de matériaux.

Il n'est pas possible de recenser ici toutes les techniques et combinaisons de procédures pour la préparation des matériaux contenus dans les déchets. Nous retiendrons trois grandes combinaisons de techniques qui illustreront les possibilités de préparation des déchets recyclables et serviront d'exemples.

- ▶ Les « *procédures élémentaires* » (*configuration de base*) se distinguent par un faible taux d'automatisation et une faible intervention des moyens techniques avec pour contrepartie un appel de main-d'œuvre important.
- ▶ La « *configuration élargie ou avancée* » se caractérise par un degré d'automatisation plus avancé que dans le cas précédent, par des équipements techniques beaucoup plus nombreux, se substituant à une partie de la main-d'œuvre.
- ▶ Les « *configurations de haute technicité* » comprennent notamment les procédés et les techniques qui sont conçus pour réaliser une préparation automatisée et optimisée au maximum, conformément aux exigences spécifiques de l'acqu-

reur ou du marché. Il s'agit bien souvent de solutions sur mesure qui nécessitent en partie d'énormes investissements et ne peuvent donc pas être généralisées et dont les fonctionnalités et la fiabilité sur d'autres sites doivent d'abord être établies.

Vieux papiers

Pour donner un matériau utilisable, de bonne qualité, les vieux papiers en provenance des ménages doivent si possible être triés sur place et, dans tous les cas, collectés séparément des autres déchets, en particulier ceux qui sont humides ou gras, ni avec les déchets organiques. La possibilité de tri la plus simple consiste à collecter le papier graphique et non graphique et à le séparer des autres types de déchets. Cela étant, le tri du papier d'imprimerie et des autres papiers n'est pas très répandu alors qu'il représente le meilleur moyen d'obtenir des papiers bien commercialisables et donnant un bon produit au recyclage.

L'une des techniques les plus efficaces et relativement simples de collecte des vieux papiers consiste pour les ménages à les apporter dans des conteneurs de dépôt installés sur des points centraux (voir la fiche technique « Conteneurs de dépôt »). La géométrie des orifices d'ouverture est adaptée pour réduire les possibilités d'introduire des composants intempestifs et des impuretés. Il est aussi possible d'aménager un système de collecte en contenant variables (voir la fiche technique « Conteneurs mobiles »), ou de déposer les vieux papiers en paquets en bordure de la chaussée. La collecte des vieux papiers en paquets et en conteneurs de dépôt est un moyen pratique de séparer le papier d'imprimerie et les autres papiers

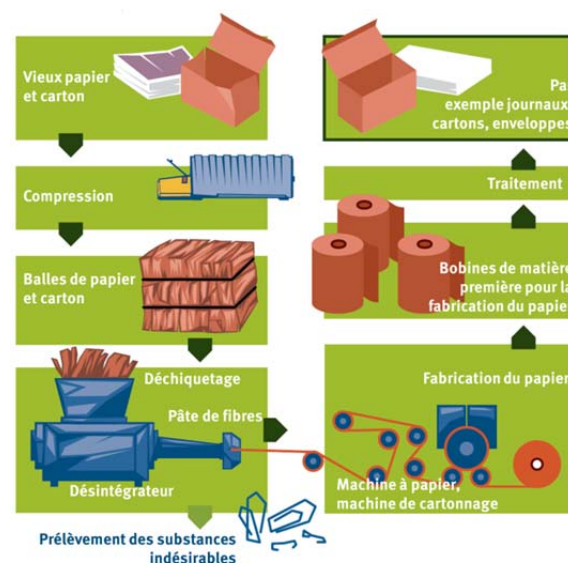
Les vieux papiers collectés auprès des ménages, des entreprises commerciales et industrielles sont triés sur les équipements spéciaux en fonction des catégories de la Liste européenne des sortes standard de papiers et cartons récupérés, les quatre principales étant les suivantes:

- ▶ vieux papiers composites (1.02)
- ▶ emballages en carton ondulé et normal (1.04)
- ▶ papiers graphiques de désencrage (1.11)
- ▶ journaux (2.01)

La Liste européenne des sortes standard de papiers et cartons récupérés (European list of standard grades of paper and board for recycling EN 643:2014) donne les caractéristiques exactes de ces qualités de vieux papiers et cartons.

La catégorie « papiers mixtes » peut comprendre après tri divers types de nuances de papiers et de carton avec un taux de papier journal de 40 % maximum. Sur la base de ces standards européens, il est possible d'adapter l'intensité et la pureté du tri aux exigences du marché. La fiche technique sur le tri des vieux papiers (voir la fiche technique « Tri et traitement des vieux papiers ») donne les différentes informations sur l'évolution des prix du marché durant les dix dernières années. Bien entendu, les installations consommatrices (par exemple la présence de papeteries sur le site) jouent un rôle non négligeable au niveau du tri ainsi que sur les qualités de papier traitées.

Figure 2: Recyclage des vieux papiers



En Europe, le coût de collecte et de ramassage des vieux papiers et d'injection dans le recyclage se situe entre 60 et 150 €/Mg (Source : EcoPaperLoop, 2014).

Verre usagé

La qualité et le rendement économique du recyclage des débris de verre dépendent en grande partie de la séparation entre les différentes teintes de verre sur les lieux de l'émission. La répartition la plus courante est verre vert, marron (ou teintes mixtes), blanc et transparent. L'idéal serait de disposer d'un conteneur pour chaque teinte. Là où la récupération reste simple et où les exigences de qualité des débris de verre sont minimes, il est possible d'organiser une collecte composite. Quelle que soit la solution retenue, on évitera de mélanger les débris de verre provenant des ménages avec les emballages (par exemple le verre plat, le verre de sécurité, etc.). Ces débris de verre peuvent être collectés avec d'autres déchets ramassés séparément (par exemple les déchets encombrants) ou dans les déchèteries.

L'une des techniques les plus efficaces de collecte des débris de verre consiste pour les ménages à les apporter dans des conteneurs de dépôt installés sur des points centraux (voir la fiche technique « Conteneurs de dépôt ») et des contenants mobiles de grandes dimensions (1,1 m³) (voir la fiche technique « Conteneurs mobiles »). La géométrie des orifices d'ouverture est adaptée pour réduire les possibilités d'introduire des matériaux intempestifs et des impuretés.

La pratique requise actuellement consiste à ramasser les différentes sortes de verre séparément en fonction des teintes. Le verre clair et transparent, offre les meilleures possibilités de commercialisation et permet de fabriquer à nouveau du verre transparent. Les mélanges de différentes teintes de verre ne peuvent être utilisés dans l'industrie verrière que pour les produits en verre plus foncé, sans autre séparation. Dans les économies plus modernes, le tri est donc un procédé standard. Une collecte du verre séparée par couleur permet des procédures de tri presque entièrement automatisées.

Figure 3: Procédure de recyclage des vieux papiers



Les procédures de préparation automatisées se caractérisent principalement par le nombre de lignes pour l'éjection des composants inertes indésirables, par exemple les pierres, la céramique, etc., et par l'amélioration de la pureté de teinte. Sur les installations à une seule ligne d'éjection, un seul criblage a lieu alors que sur les installations à plusieurs lignes, le criblage est effectué selon la granulométrie, par exemple < 15 mm, de 15 à 30 mm, de 30 à 60 mm et >60 mm (voir la fiche technique « Tri et traitement des déchets de verre »).

Les verreries retirent un double avantage du recyclage du verre : une économie de matières premières et une consommation d'énergie primaire moins élevée pour le bain de fusion des débris. La condition impérative en est que les débris de verre soient regroupés par teintes et que les matériaux soient purs, ce qui suppose un tri poussé (verre d'emballage et verre plat). Les services de reprise du verre sont en mesure d'y apporter leur concours pour la propreté des débris et les quantités requises. En Allemagne, le coût de collecte des débris de verre et de préparation pour le recyclage oscille entre 50 et 100 EUR/Mg (prix en 2008).

Déchets d'emballage

Les matériaux d'emballage légers en provenance des ménages sont collectés normalement sous forme mixte. On utilise pour le système de ramassage de sacs (voir la fiche technique « Sacs à déchets ») ou de conteneurs mobiles (voir la fiche technique « Conteneurs mobiles ») et, pour le système de dépôt, des conteneurs de dépôt (voir la fiche technique « Conteneurs de dépôt »). Une collecte séparée de matériaux d'emballage commercialisables, tels que les bidons métalliques ou autres fractions en plastique (grands contenants, PET), peut présenter une alternative ou un complément judicieux. En fonction de l'état du marché et des capacités des installations de tri, la séparation est conçue pour donner généralement les produits suivants :

- ▶ fer-blanc
- ▶ aluminium
- ▶ boîtes de boisson (berlingots)
- ▶ composites de papier et de carton
- ▶ films plastiques colorés
- ▶ films blancs
- ▶ autres films
- ▶ plastiques creux
- ▶ plastiques de grande dimension
- ▶ plastiques mixtes
- ▶ autres métaux
- ▶ autres matériaux, y compris non utilisables

Les techniques de tri varient fortement. Il peut s'agir de procédures extrêmement simples supposant le recours à un travail manuel intense alors que l'évolution conduit plutôt à une automatisation poussée de ces opérations. L'état actuel de la technique de tri se caractérise cependant par une automatisation poussée. Ainsi, la technique de balayage infrarouge (NIR) (scanner NIR) pour l'identification automatique des matériaux pendant le tri est actuellement la technique standard installée dans les stations de tri modernes allemandes. Cette technologie

permet en particulier de reconnaître les différents types de plastiques à partir de la structure des polymères, grâce à quoi a lieu la séparation. D’ores et déjà, cette technique permet de trier les plastiques PE, PP, PET et PS. La technologie NIR permet aussi le tri du verre teinté. Les modules NIR sont conçus de manière à identifier la position des différents matériaux sur la bande transporteuse. Les informations saisies sont transmises à l’unité centrale qui commande l’éjection en fonction de la nature des matériaux, par buse d’éjection ou poussoirs.

Les services de reprise mis en place sous la responsabilité des producteurs et financés par une redevance sur les matériaux d’emballage mis sur le marché (par exemple le service du point vert « Der grüne Punkt ») / The « Green Dot ») sont d’une grande efficacité pour la collecte, le tri et la valorisation spécifiques au type de déchets. Elles sont particulièrement recommandées là où les capacités ne sont disponibles que de manière limitée pour effectuer un tri ultérieur ou qu’elles sont difficiles à financer. Quoi qu’il en soit, les techniques de tri automatiques peuvent certes séparer des matériaux composites en fractions recyclables mais, pour certains déchets comme les vieux papiers, cela signifie une réduction sensible de la qualité. La collecte séparée est la meilleure garantie d’une perspective de commercialisation et de l’aptitude du matériau au recyclage.

Matière plastique

Les déchets de plastique récupérables provenant du flux de déchets sont généralement appropriés pour leur réemploi en plasturgie ; toutefois ils doivent encore être soumis à une séparation par matériau et à une purification multiple. Ce processus est coûteux et complexe du point de vue technique. Les plastiques purs récupérés sont réutilisés comme produits de recyclage ou comme matériaux de charge dans les hauts fourneaux ou comme combustibles de substitution en cimenteries ou en centrales thermiques ; ce recyclage est souvent une méthode privilégiée et plus économique. La préparation des déchets de plastique pour les applications industrielles induit en Allemagne des coûts de l’ordre d’environ 300 EUR/Mg, toutes opérations comprises (Sources : Itad/consultic, 2015).

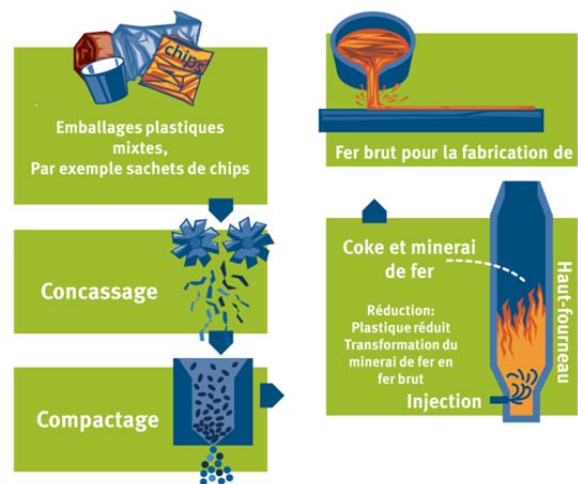
Figure 4: Recyclage d’emballages plastiques de la même nature



Le recyclage suppose le nettoyage, la fusion et le moulage des déchets en granulés. La technique URRC représente l’une des grandes possibilités pour transformer les déchets PET collectés en nouvelles bouteilles plastiques. Les granulés sont également utilisés par les fabricants de films et les fabricants de tubes.

Les mélanges de matières plastiques peuvent être facilement convertis en combustibles de substitution. Les principaux utilisateurs en sont les cimenteries, les centrales électriques et les aciéries (voir la fiche technique « Co-incinération industrielle »). Le procédé d’incinération consiste à obtenir à partir des plastiques des combustibles supplémentaires, producteurs d’énergie et en partie à effet catalytique ou réducteur.

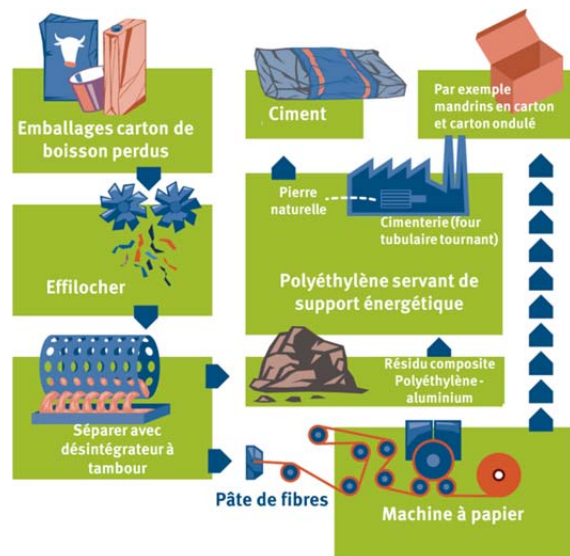
Figure 5: Recyclage d’emballages plastiques mixtes



Boîtes de boisson (berlingots)

Les boîtes de boissons en carton constituent elles aussi un bon matériau pour le recyclage. Dans un premier temps, ils doivent être déchiquetés et désintégrés en pâte. Le bain formé par la pâte gonfle, les fibres de papier se détachent en libèrent les films PE et aluminium mélangés au carton. La pâte de fibres est nettoyée pour pouvoir être ensuite réintroduite dans la fabrication du papier.

Figure 6: Recyclage des emballages carton de boissons



Les matériaux de récupération obtenus ainsi sont appropriés pour la fabrication de produits de forte valeur ajoutée : ils donnent des articles en carton et papier, du papier kraft, des serviettes papier de cuisine et des articles d'hygiène.

Le polyéthylène et l'aluminium récupérés servent comme matières premières pour la production de plastiques et la sidérurgie de l'aluminium. L'aluminium peut aussi être utilisé comme substitut de la bauxite dans les cimenteries où il sert pour assister la calcination.

Déchets biologiques

Le **compostage** est une mode de recyclage utilisant les déchets biologiques collectés séparément pour donner de l'humus (voir la fiche technique « Compostage »). Le compostage peut être réalisé sur l'étage biologique d'un traitement mécanique et biologique des ordures ménagères composites. Le procédé consiste à réduire autant que possible le potentiel d'activité des éléments biologiquement actifs du mélange, de manière à obtenir un matériau stable, propre à la sédimentation. Le compostage peut être réalisé de manière extrêmement simple, par exemple par accumulation en andains à ciel

ouvert. Il existe aussi des procédés extrêmement évolués, en particulier les tours de compostage fermées qui accélèrent considérablement la procédure.

Pour obtenir un compost agricole satisfaisant aux critères s'appliquant désormais universellement en matière de qualité et de sécurité environnementale, il doit y avoir en amont séparation des déchets biologiques prélevés sur les déchets composites. Le Tableau 1 et le Tableau 2 ci-dessous illustrent pourquoi cette séparation est si importante et pourquoi seuls les déchets biologiques dignes de ce nom peuvent donner un compost de qualité et de sécurité environnementale acceptables. Un moyen efficace d'assurer l'obtention et le maintien de la qualité et de la sécurité environnementale requises consiste à définir des normes de qualité, à mettre en place un système de contrôle et de certification.

Tableau 1: Concentrations moyennes de métaux lourds dans plusieurs modes de compostage.

Métaux lourds	Compost provenant de déchets biologiques séparés Valeurs représentatives en mg/kg pour l'Europe et l'Amérique du Nord	pour les pays en développement	Compost provenant d'ordures ménagères composites Valeur en mg/kg aux Pays-Bas
Arsenic	0	10	0
Cadmium	1,2	3	7,3
chrome	27	50	164,0
Cuivre	15	80	608,0
Plomb	86	150	835,0
Mercure	0,9	1	2,9
Nickel	17,0	50	173,0
Zinc	287,0	300	1567,0

Table 2: Standards généraux pour les composts en provenance de déchets [en mg/kg de substance sèche] (actualité voir la source)

Pays	As	Cd	Cr	Cu	Pb	Hg	Ni	Zn
Etats-Unis (S)	41	39	1200	1500	300	17	420	2800
Canada (MO)	13	2.6	210	128	150	0.83	62	500
Pays-Bas (MO)	15	1	50	90	100	0.3	20	290
Italie	10	1.5	100	300	140	1.5	50	500
Autriche (MO)	--	4	150	400	500	4	100	1000
Belgique (SSMO)	--	1	70	90	120	0.7	20	280
Danemark	25	1.2	--	--	120	1.2	50	--
France (MO)	--	8	--	--	800	8	200	--
Allemagne*	--	1.5	100	100	150	1	50	400
Suisse	--	3	150	150	150	3	50	500
Espagne	--	40	750	1750	1200	25	400	4000

(S) = boues de décantation, (MO) = déchets organiques composites, (SSMO) = déchets biologiques collectés,

Sources : World Bank, 1997/Brinton, 2000/ * Güterrichtlinie für Fertigungskompost der Bundesgütegemeinschaft Kompost (directive de qualité de la terre végétale de l'organisme fédéral des composts), version 2012

Un moyen efficace d'assurer l'obtention et le maintien de la qualité et de la sécurité environnementale requises consiste à définir des normes de qualité, à mettre en place un système de contrôle et de certification. L'Allemagne et plusieurs autres pays pratiquent ce système qui est désormais bien rodé.

Le système allemand de label qualité et de contrôle d'après RAL a fait ses preuves et beaucoup le considèrent comme un exemple à suivre. L'encadré ci-dessous informe plus en détail sur ce système - [Encadré](#) à la page suivante.

Traitement primaire et définitif des déchets pour une décharge sécurisée

Les mesures de traitement des déchets sont axées principalement sur la mise en valeur des matériaux et des ressources matérielles et énergétiques par prélèvement sur les déchets non utilisables destinés à la décharge. Le traitement des déchets porte aussi sur le pré-

lèvement des substances dangereuses dans les restes destinés à la décharge, sur un traitement éliminant et réduisant la dangerosité, sur la réduction du volume des déchets, sur leur stabilisation de manière à réduire les risques à un minimum pendant toute la durée de la mise en décharge.

Le traitement préparatoire des déchets pour leur mise en décharge sécurisée peut être associé au prélèvement des matériaux de récupération et à l'utilisation des ressources énergétiques des déchets. Le traitement des déchets représente un élément indissociable de la maîtrise intégrale des déchets et, même s'il constitue une étape individualisée, il doit être envisagé en association avec les autres opérations de maîtrise des déchets.

Encadré

En 1991, les responsables et les opérateurs ont adopté en Allemagne une norme de qualité, un label qualité et le contrôle de qualité RAL pour le label qualité des produits de compostage provenant des déchets biologiques des ménages, des jardins et de l'architecture paysagère collectés séparément. Le service de contrôle et d'attribution du label qualité est l'observatoire allemand des professionnels du compost – Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. (BGK). L'observatoire a été institué par l'Institut allemand d'accréditations et de labellisation - Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V. (RAL) ; il est chargé officiellement de surveiller et de contrôler la qualité des composts en Allemagne. Un service comparable a été créé en 2000 pour les produits de fermentation. En novembre 2007, les membres de l'observatoire allemand des composts ont défini des standards obligatoires pour la qualité des procédures sur leurs installations de production. Les spécifications de qualité portant sur les composts et les produits de fermentation s'étendent désormais au fonctionnement des installations. Le label RAL est donc décerné pour la qualité supérieure des produits et pour une bonne pratique concernant le fonctionnement des installations.

Label qualité pour les composts biologiques RAL- GZ 251

Le standard RAL-GZ 251 regroupe les obligations définies par l'observatoire de la qualité BGK. Il s'agit d'un catalogue d'engagements volontaires des fabricants de compost au service d'un compost de qualité et donnant toute garantie d'innocuité environnementale. Les principes du standard RAL-GZ 251 se retrouvent dans diverses dispositions réglementaires sur les déchets biologiques (par exemple le décret sur les déchets – Bioabfallverordnung – BioAbfV).

Label qualité pour les produits de fermentation RAL- GZ 256/1

En août 2000, les normes de l'observatoire de la qualité ont été étendues aux produits de fermentation solides et liquides avec le standard RAL-GZ 256/1. Là aussi, il s'agit d'un engagement volontaire des opérateurs dans ce secteur.

Ce système de garantie de la qualité et de labellisation impose aux opérateurs de compostage et de fermentation toute une série d'obligations concernant l'analyse régulière des produits et la vérification par des tiers indépendants. Les pouvoirs publics ont reconnu officiellement les activités et les régulations de l'observatoire de la qualité. Aux termes de la législation, les déchets biologiques qui sont soumis à un contrôle permanent par des services externes indépendants ont le statut de « produits probable » et ne sont plus considérés comme des déchets uniquement. Des démarches sont en cours actuellement au niveau de l'Union Européenne pour la reconnaissance comme produit et aboutiront vraisemblablement sous peu. Les entreprises adhérant à l'observatoire de la qualité et se soumettant aux obligations et à l'autocontrôle volontaire sont libérées d'une partie des contrôles par les pouvoirs publics (chaque année, 12 échantillonnages de contrôle au lieu de 24 pour les autres) et bénéficient d'allègement pour les rapports réguliers de fabrication.

[Source : European Compost network]

Ce type de traitement est constitué par la **fermentation anaérobie** et vient compléter le compostage que nous avons déjà évoqué dans les options du traitement biologique des déchets. Il présente pour avantage supplémentaire d'exploiter la teneur en énergie des déchets et de donner du biogaz pour la production d'énergie, en général sans nécessiter de surfaces importantes ni restrictions en matière de pureté du matériau brut. La fermentation anaérobie (voir la fiche technique « Fermentation anaérobie ») peut donc être considérée comme une procédure autonome de traitement des déchets biologiques qui ont été si possible séparés. Elle peut aussi constituer une partie du traitement mécano-biologique des déchets résiduels composites.

Le **traitement et la stabilisation mécano-biologiques des déchets résiduels** (voir la fiche technique « Traitement mécano-biologique des déchets ») a pu s'établir avec l'instauration d'interdictions de mise en décharge des déchets non traités (depuis 2005 en Alle-

magne par ex.) comme une méthode autonome de traitement des déchets. Ce type de traitement de déchets résiduels venant compléter l'incinération des déchets permet de réduire sensiblement le volume des déchets et de diminuer nettement la part des substances chimiquement actives. Cette technologie fonctionnant sur plusieurs étages de traitement est destinée à récupérer les matériaux pour le recyclage, à utiliser les déchets biodégradables pour la production d'énergie et à les stabiliser avant la mise en décharge.

Le traitement mécano-biologique des déchets est un ensemble de techniques mécaniques et biologiques, dans l'ordre, avec possibilité d'inverser cet ordre. Les principales différences proviennent de l'ordre des procédures techniques les plus importantes et du résultat que l'on attend du traitement biologique. Les principales procédures techniques sont axées sur le « fractionnement » ou la « stabilisation » des matériaux.

Le fractionnement consiste, dans un premier temps à répartir par traitement mécanique le matériau brut primaire en plusieurs fractions pouvant être utilisées pour les productions énergétiques et pour le traitement biologique. Le traitement biologique est constitué par la fermentation en tas et en tour et par la combinaison de ces deux procédés. La production de biogaz est optimisée en particulier par la fermentation anaérobie. La fermentation en tas est destinée principalement à donner, à partir des déchets résiduels, un matériau biologiquement stable et débarrassé des polluants toxiques.

La stabilisation a pour but de soumettre l'intégralité des déchets à un traitement biologique avec pour but la déshydratation biologique et la neutralisation aussi poussée que possible des déchets du point de vue hygiénique, après séparation en amont des composants non combustibles. Les matériaux résiduels peuvent être dirigés vers l'installation d'incinération et donnent un combustible de substitution pour la production énergétique.

Certains types de déchets (en particulier les boues et les ordures ménagères composites) sont soumis à un traitement de stabilisation par déshydratation et par déshydratation physique pour obtenir un combustible de substitution. La déshydratation des déchets par l'énergie solaire (voir la fiche technique « Déshydratation des déchets par l'énergie solaire ») joue ici un rôle important dans le traitement des boues de décantation issues du traitement des eaux usées. Les procédés de recyclage du phosphore (voir la fiche technique « Recyclage du phosphore ») se concentrent sur ce domaine.

Le traitement mécanique et biologique des déchets ne constitue pas une étape finale de l'élimination des déchets puisqu'il donne des résidus qui doivent être, ou bien stockés en décharge, ou bien incinérés. La dernière étape dans cette chaîne d'opérations doit être fixée avant l'intervention du traitement mécanique et biologique.

L'incinération des déchets et aussi la valorisation thermique des déchets pour la production énergétique, sont des éléments importants de la mise en place d'un système évolué et intégré de maîtrise des déchets. L'incinération des déchets, y compris les options de récupération pour la production énergétique et le découplage de la chaleur, restent les méthodes les plus fiables et les plus efficaces pour se débarrasser en toute sécurité et avec bénéfice des résidus qui ne peuvent pas être traités autrement.

Les techniques conventionnelles d'incinération sur grille (voir la fiche technique « Incineration sur grille »)

et de combustion en lit fluidisé (voir la fiche technique « Combustion en lit fluidisé ») font l'objet de perfectionnements réguliers pour en améliorer la sécurité et l'efficacité. A cela vient s'ajouter qu'elles sont particulièrement bien adaptées pour une large gamme de polluants, y compris ceux qui présentent une forte concentration de substances toxiques, à conditions d'y associer les techniques appropriées de purification et de suivi durable. L'utilisation des déchets comme combustible de substitution ou substituant de combustible pour la production industrielle de l'énergie constitue un mode de traitement des composants choisis et prétraités ou préconditionnés en conséquence. Il s'agit de co-incinérer les déchets ayant subi un traitement primaire spécial (après séparation des autres déchets) et des déchets de pouvoir calorifique élevé eux aussi traités préalablement, pour les utiliser dans les fours à ciment, les centrales thermiques de l'industrie papetière) ou de les employer dans des centrales électriques aménagées sous forme de mono-incinération (voir la fiche technique « Co-incinération industrielle »).

Les techniques de traitement thermique des déchets doivent satisfaire à des normes extrêmement strictes sur la prévention, la réduction et le contrôle des émissions potentiellement toxiques et autres nuisances. Ces normes et ces interventions ont un impact considérable sur l'investissement financier et les coûts d'exploitation des installations de calcination des déchets. Ce sont principalement la composition des déchets et les techniques de combustion qui déterminent pour la plus grande partie les émissions, leur traitement et leur contrôle. Dans ce contexte, on souligne souvent la différence nette faite entre pyrolyse et procédés conventionnels d'incinération de déchets. Actuellement, la pyrolyse n'est pas très répandue dans les pays (non plus en Allemagne) comme procédé thermique standardisé ou comme solution technique à l'échelle industrielle. En ce qui concerne les flux de déchets spécifiques et les conditions locales particulières, il peut être judicieux de vérifier au moins si ces procédés ne peuvent pas être employés et si l'application d'une technologie de fiabilité et rentabilité durables et avérées doit être catégoriquement exclue.

Dans tous les cas, pour les mécanismes de traitement thermiques, leur utilisation et leur perfectionnement, la priorité doit consister notamment à garantir la purification des gaz de fumée (voir la fiche technique « Purification des gaz de fumée »).

Note : Les fiches techniques auxquelles il est fait renvoi décrivent en détail les technologies évoquées précédemment.

Tableau 3: Aperçu des technologies et des équipements qui sont également traités dans des sections d'informations et des fiches techniques distinctes.

Fiches techniques
Préparation/ récupération des matières premières <ul style="list-style-type: none">- <u>Tri et traitement des vieux papiers</u>- <u>Tri et traitement des déchets de verre</u>- <u>Tri et traitement des emballages</u>- <u>Traitement des déchets encombrants</u>- <u>Compostage</u>- <u>Fermentation anaérobie</u>- <u>Recyclage du phosphore</u>
Stabilisation/traitement primaire <ul style="list-style-type: none">- <u>Traitement mécano-biologique des déchets</u>- <u>Déshydratation des déchets par l'énergie solaire</u>
Incinération/ (Co)-incinération industrielle <ul style="list-style-type: none">- <u>Incinération sur grille</u>- <u>Combustion en lit fluidisé</u>- <u>Purification des gaz de fumée</u>

PRÉPARATION ET TRI DES VIEUX PAPIERS

DOMAINE D'APPLICATION ET UTILISATIONS	-Préparation et tri des vieux papiers (de conception différente en matière de technologie et d'automatisation) pour la fabrication de différents types de vieux papiers conformément à la liste européenne des sortes standard EN 643 pour l'utilisation en fabrication de papier (produits graphiques et non graphiques).
---------------------------------------	--

CARACTÉRISTIQUE DU CADRE GÉNÉRAL DE L'APPLICATION

APPLICABLE NOTAMMENT AUX TYPES DE DÉCHETS SUIVANTS

Verre usagé		Emballages légers	Déchets alimentaires et épilures
Papier et carton	X	Ordures ménagères composites	Déchets encombrants
Lampes usagées		Textiles usagés	Déchets d'équipements électriques et électroniques
Ferraille		Bois usagés	Déchets de construction et gravats
Huiles de vidange		Peintures et vernis usagés	Pneumatiques usés
Déchets dangereux			
Déchets de fabrication et spécifiques de certaines activités			
Autres types de déchets			

CARACTÉRISTIQUES ET SPÉCIFICATIONS SPÉCIALES POUR L'UTILISATION :

Nécessité d'un traitement préliminaire :

Les vieux papiers sont enlevés seuls, à l'exclusion d'autres déchets, en particulier les déchets souillés par l'humidité, les graisses, etc., afin de permettre un traitement efficace et de qualité (collecte séparée des vieux papiers). Les vieux papiers qui ne sont pas recueillis séparément ou qui sont prélevés sur d'autres courants de déchets ou sur des courants de déchets composites sont uniquement adaptés, en général, pour un recyclage de faible qualité (par exemple papier carton de qualité médiocre).

Possibilité d'utilisation du matériau brut :

Le papier provenant du tri est utilisable directement pour la fabrication de papier et de papier-carton et pour d'autres types de recyclage. Les autres modalités de recyclage sont par exemple la fabrication de matériaux d'isolation, de produits en fibre moulée ou aussi l'utilisation pour la production de cellulose et comme additif d'asphalte.

Possibilités d'élimination et de stockage du matériau brut :

Les corps étrangers et les substances indésirables en provenance du tri seront traités séparément ; en général, ces matériaux sont exploités énergétiquement.

Protection particulière :

Il est particulièrement important de prendre des mesures pour la sécurité en cas d'incendie, la sécurité au travail en présence d'équipements de travail et de charges mobiles (balles de papier) ainsi que sur des installations dotées de pièces mobiles. Les vieux papiers doivent être en outre protégés de l'humidité.

Possibilités de création d'emplois :

Le contrôle ultérieur de la qualité des installations de tri automatisées de vieux papiers est facile à réaliser en commande manuelle, avec création de nombreux emplois, en particulier pour les personnels de faible niveau de qualification.

Risques sanitaires spéciaux :

Le tri préliminaire des vieux papiers avant la fabrication du papier doit garantir, entre autres, que les papiers contenant du diisopropylnaphtalène (DIPN), par exemple pour copie au carbone, et ceux dégagant d'autres substances dangereuses pour l'homme n'entrent pas dans la fabrication de papier au contact des aliments. Le processus de tri permet également de réduire les risques sanitaires liés à l'utilisation des vieux papiers.

INFLUENCE DES FACTEURS EXTÉRIEURS SUR LES POSSIBILITÉS ET LES TYPES D'APPLICATION :

Conditions climatiques :

Les papiers recueillis et les installations de tri (en particulier le secteur de conservation) seront protégés contre les influences atmosphériques, en particulier le vent et les précipitations.

Divers :

Pour que la fabrication de papier soit rentable, il faut en général que la collecte des vieux papiers provienne d'une zone étendue et que ceux-ci soient de qualité supérieure (par la collecte séparée à l'entrée de l'installation et notamment après le tri). L'utilisation accrue des moyens de communication électronique se traduit par une baisse de la demande de vieux papiers graphiques. On estime que la demande de papiers journal et de bureau ne constituera plus en 2020 que 50% de la demande de 2008. En revanche, les besoins en papier d'emballage et en cartons ne cessent de croître. Les processus de tri doivent prévoir une certaine souplesse face aux évolutions du marché.

DÉTAILS TECHNIQUES

APERÇU GÉNÉRAL

DESCRIPTION BRÈVE	Le traitement consiste à soumettre le matériau à une procédure mécanique pour en éliminer les particules fines et les corps étrangers (par exemple les minéraux, des déchets métalliques) après quoi interviennent plusieurs opérations de tri plus ou moins automatisées (technique proche de l'infrarouge NIR, spectroscopie visuelle VIS, tri manuel) donnant différents types de vieux papiers à partir du matériau collecté.
SPÉCIFICATIONS DE BASE	<ul style="list-style-type: none"> - Les vieux papiers sont collectés séparés des autres déchets industriels et commerciaux et des ordures ménagères. - Le matériau ne doit pas présenter de souillure excessive ; il doit être relativement sec. La version révisée de la liste européenne des sortes standard de Papiers et Cartons à recycler EN 643 (version 2013) a fixé pour cela des maxima autorisés pour les composants autres que le papier et les matériaux indésirables pour chaque type de papier. En général, le total des substances indésirables doit être inférieur à 3 %-poids.
RÉSULTATS ATTENDUS	<ul style="list-style-type: none"> - Types de vieux papiers d'une qualité spécifiée ; selon la norme EN 643, les papiers concernés sont par exemple : <ul style="list-style-type: none"> - <i>Vieux papiers 1.11</i> : Papier graphique trié avec un taux minimum de 30 % de journaux et de 40 % d'illustrés et de magazines, le pourcentage de composants étrangers étant de maximum 1,5 %. - <i>Vieux papiers 1.02</i> : Papiers et cartons mélangés de différentes qualités, contenant au maximum 40 % de journaux et d'illustrés. - <i>Vieux papiers 1.04</i> : Papiers et cartons d'emballage usagés, dont 70 % de cartons ondulés, cartons et autres papiers d'emballage. - Le taux de substances indésirables contenues dans le papier trié ne dépasse pas les spécifications (maximum par ex. 3 %-poids selon EN 643).
AVANTAGES SPÉCIFIQUES	<ul style="list-style-type: none"> - Ces avantages doivent être évalués différemment selon la configuration du procédé et de l'installation. <p><u>Configuration générale</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Techniques simples, donc coûts en capitaux et en maintenance relativement réduits. - Grande fiabilité, disponibilité de l'installation de l'ordre de > 95% - Très grande souplesse d'adaptation. <p><u>Configuration avancée</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Processus automatisés (entre autres par détection Proche Infra-Rouge NIR), donc moins coûteux en main-d'œuvre - Le tri préliminaire mécanique et par capteurs accroît le degré de pureté - Possibilité d'accroître notablement le rendement.

INCONVÉNIENTS SPÉCIFIQUES

- Ces avantages doivent être évalués différemment selon la configuration du procédé et de l'installation.

Configuration générale

- Mobilise une grande capacité de travail (forte demande de main-d'œuvre)
- Rendement relativement faible

Configuration avancée

- Coûts d'investissement importants liés à l'utilisation de machines de qualité supérieure et de plus haute sensibilité.
- Personnel ayant une qualification supérieure à celui de la configuration générale.
- Besoins énergétiques plus élevés.

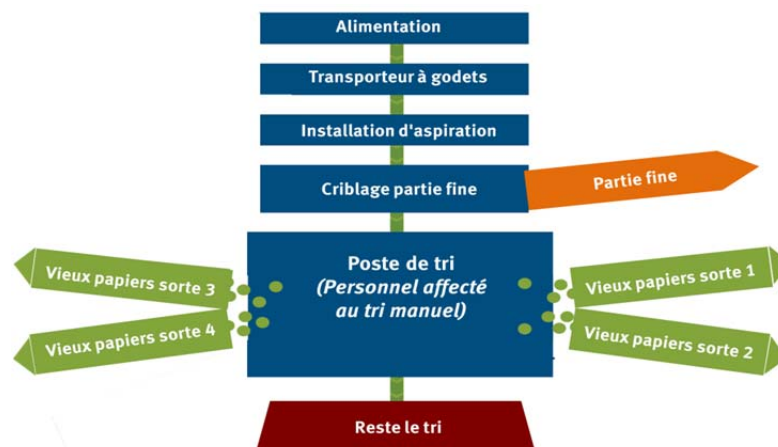
DÉTAIL DES APPLICATIONS

PROCÉDURES TECHNIQUES

L'exploitation optimale des capacités et de l'efficacité du tri implique l'alimentation régulière du matériau brut et sa répartition à l'entrée du système de tri.

La configuration générale est une procédure mécanique et physique, comportant le criblage, la séparation magnétique, l'aspiration, le soufflage, etc., pour prélever les matériaux fins (par exemple les substances minérales, les petites parts métalliques), suivis d'un tri manuel des différentes sortes de vieux papiers (VP). Le graphique suivant montre le schéma de la procédure :

Figure 1: Exemple d'un processus de tri de la configuration générale pour la fabrication de différentes sortes de VP.



Dans la configuration avancée, le traitement est partiellement automatisé et assisté par capteurs. Le but du processus de traitement est de fabriquer en priorité de vieux papiers de haute qualité pour la production de papier journal ou magazine (produit de désencrage 1.11). Les processus mécaniques et physiques analogues à la configuration générale consistent d'abord à éliminer les matériaux fins et étrangers ; après quoi a lieu un tri manuel par capteurs séparant le papier-carton, le carton et le papier journal et magazine, les déchets de papier mélangés et le reste issu du tri au moyen de technologies spike ou de séparateurs balistiques. De manière générale, on tend à améliorer le degré de qualité des vieux papiers et donc à renforcer l'utilisation de dispositifs de tri automatisés, optoélectroniques et en partie à plusieurs étages, suivis du contrôle manuel de la qualité. L'absence d'un tri ultérieur fait perdre un volume considérable de vieux papiers désencrables dans les flux de sortie des installations de tri (20 à 40 %). Cette perte peut être réduite de 50% par un tri ultérieur inté-

SUITE
PROCÉDURES
TECHNIQUES

gré, améliorant ainsi la qualité du type de papier produit et, dans l'ensemble, le résultat commercial¹.

Le schéma suivant illustre la conception du tri des déchets de papier pour une configuration avancée. L'utilisation de l'équipement technique et l'organisation des différentes phases de processus sont variées dans la pratique.

Figure 2: Exemple de tri dans une configuration avancée pour la fabrication de différentes sortes de papier.



Le grand défi est de pouvoir réagir aux modifications de la composition des vieux papiers (actuellement diminution du volume du papier de bureau par rapport à l'augmentation constante du papier et du carton d'emballage) grâce à une souplesse de conception et d'adaptation des processus de tri et de préserver les processus économiques.

COURANTS
ET QUANTITÉS
DE MATÉRIAU

- Les courants et les quantités varient différemment selon la configuration du procédé et de l'installation.

Configuration générale

- Le rendement moyen de l'installation est d'environ 5 Mg/h.
- Le niveau et l'intensité de tri présentent un haut degré d'adaptation à la vente.

Configuration avancée¹

- Le rendement de l'installation peut atteindre 8 à 12 Mg/h selon la ligne de traitement.
- Le rendement de l'installation par Mg atteint jusqu'à 1,5% de substances indésirables (= films plastiques, polystyrène, textiles, petits appareils électroniques et autres).
- Jusqu'à 70 % de vieux papiers mélangés à l'entrée peuvent être triés sous forme de produit de désencrage (sorte de papier 1.11).
- 30 à 40% constituent les sortes 1.02 (vieux papiers mélangés) et 1.04 (emballages).

¹ Hanke, A., Tempel, L. (2014): Construction d'installations dans la partie traitement - Exemple du tri de vieux papiers. Dans : Thomé-Kozmiensky, K.J.; Goldmann, D. (Hrsg.): Recycling und Rohstoffe, Band 7, Nietwerder: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2014, p. 332-248

LIENS ET POSSIBILITÉS DE COMBINAISON AVEC D'AUTRES TECHNIQUES	Le traitement des vieux papiers peut se situer directement en amont du recyclage du matériau sur l'installation de fabrication du papier ; un traitement externe n'est pas nécessaire dans tous les cas.
---	--

GRANDS REPÈRES POUR LES APPLICATIONS : UTILISATION DES RESSOURCES																	
BILAN ÉNERGÉTIQUE	<p>Les besoins en énergie pour le tri des vieux papiers se situent entre 20 et 50 kWh/Mg². Le tri des déchets de papier est indispensable pour intensifier le recyclage de papier et de manière à ce que les avantages écologiques globaux du recyclage passent au premier plan. La présentation suivante fournit un aperçu :</p> <p>Tableau 1: Comparaison des besoins en énergie et en matières premières du papier à base de fibres primaires et du papier recyclé³</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Par kilo de papier recyclé</th> <th>Par kilo de papier à base de fibres primaires</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Eau</td> <td>15 litres</td> <td>50 litres</td> </tr> <tr> <td>Énergie</td> <td>2 kWh</td> <td>5 kWh</td> </tr> <tr> <td>Base de fibres</td> <td>1,2 kg de vieux papiers</td> <td>Fibres composées de 1 kg d'éléments fibreux (cellulose) issus d'un total de 2,2 kg de bois</td> </tr> <tr> <td>DCO :</td> <td>3 g</td> <td>15 g</td> </tr> </tbody> </table>			Par kilo de papier recyclé	Par kilo de papier à base de fibres primaires	Eau	15 litres	50 litres	Énergie	2 kWh	5 kWh	Base de fibres	1,2 kg de vieux papiers	Fibres composées de 1 kg d'éléments fibreux (cellulose) issus d'un total de 2,2 kg de bois	DCO :	3 g	15 g
	Par kilo de papier recyclé	Par kilo de papier à base de fibres primaires															
Eau	15 litres	50 litres															
Énergie	2 kWh	5 kWh															
Base de fibres	1,2 kg de vieux papiers	Fibres composées de 1 kg d'éléments fibreux (cellulose) issus d'un total de 2,2 kg de bois															
DCO :	3 g	15 g															
IMPACT CO₂	<p>Le recyclage des vieux papiers économise les ressources primaires et a une consommation énergétique plus faible que la fabrication du papier à partir des matières premières. L'utilisation d'une tonne de papier recyclé évite en moyenne l'émission d'env. 700 kg CO₂ comparativement à la fabrication du papier à partir de matières premières primaires⁴. Un exemple d'installation de la configuration avancée à Berlin d'un rendement annuel de 120000 Mg permet d'économiser env. 75000 Mg de CO₂ grâce à la quantité de déchets de papier triés.</p>																
AUXILIAIRES OU AUTRES CONSOMMABLES NÉCESSAIRES	<p>- A l'exception des composants techniques, aucun autre matériel n'est nécessaire.</p>																
DEMANDE EN MAIN-D'ŒUVRE	<p><u>Configuration générale</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Normalement jusqu'à 8 ouvriers, dont un contremaître, six ouvriers pour le tri manuel et un volant (cariste, mécanicien). <p><u>Configuration avancée</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Le travail en équipe requiert au total un plus grand effectif (env. 15 à 20 ouvriers) ; mais par rapport au rendement, il est généralement inférieur à celui des installations de la configuration générale. 																
ENCOMBREMENT AU SOL	<p>- Surface d'env. 4000–5000 m² pour une installation de taille moyenne.</p>																
TRAITEMENT ULTÉRIEUR	<p>- En principe, au moins environ 3 % du matériau à l'entrée sont rejetés sous forme de substances indésirables et doivent être traitées extérieurement.</p>																
GRANDS REPÈRES POUR LES APPLICATIONS : COÛTS																	
INVESTISSEMENT	<p><u>Configuration générale</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Sans autres structures et enveloppe de bâtiment (version 2008), l'investissement se situe entre 30000 et 80000 EUR pour une ligne de traitement de capacité moyenne. <p><u>Configuration avancée</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - En fonction de l'utilisation des systèmes de tri optoélectroniques, l'investissement peut s'élever jusqu'à 10 millions d'euros pour une installation de traitement moderne moyenne. 																

² Version 11/2010. EnergieAgentur. NRW : Efficacité énergétique dans l'industrie papetière

³ Basé sur diverses sources, entre autres, le Ministère fédéral allemand de l'environnement (2000); IFEU Institut (2008), JRC (2012), FÖP (2012)

⁴ Office fédéral de l'environnement, textes 46/2015 : The Climate Change Mitigation Potential of the Waste Sector

COÛTS D'EXPLOITATION	<p><u>Configuration générale</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Les coûts d'exploitation se situent en général entre 15 et 20 EUR/Mg, dont 2000 à 5000 EUR/a pour les coûts de réparation et de maintenance (6 à 8 % de l'investissement). <p><u>Configuration avancée</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Les coûts d'exploitation de 11 à 15 EUR/Mg peuvent varier de façon considérable selon l'équipement technique utilisé et l'intensité du tri ultérieur.
RECETTES POSSIBLES	<p>Au premier semestre 2015, les recettes réalisables sur le marché en Europe centrale étaient les suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mélange de vieux papiers (1.02) : 70 à 91 EUR/Mg (cf. juillet 2011 : 128 EUR /Mg) - Papier/carton (1.04) : 72 à 90 EUR /Mg (cf. juillet 2011 : 129 EUR /Mg) - Produit de désencrage 1.11 : 77 à 84 EUR /Mg (cf. juillet 2011 : 120 EUR /Mg)⁵
COÛT TOTAL RAPPORTÉ AU POIDS	<p><u>Configuration générale</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Le coût est essentiellement déterminé par les coûts d'exploitation. <p><u>Configuration avancée</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Le coût total (sans le produit) rapporté au poids varie en raison d'une plus grande diversité de solutions d'installations spécifiques ; il est de 30 à 90 EUR /Mg.
AUTRES DÉTAILS	
APERÇU SUR LE MARCHÉ	
APPLICATIONS DE RÉFÉRENCE	<p>Il existe en Europe et dans le reste du monde des installations de tri des deux configurations. Les installations allemandes correspondant à la configuration avancée sont par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Altpapier Sortierung Dachau GmbH www.asd-entsorgung.de - Wertstoffunion Berlin www.wertstoffunion.de - Une liste d'installations supplémentaires figure sur le site du Land Brandenburg <p>Solutions de système proposées entre autres par :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sutco Recycling Technik GmbH www.sutco.de - Entsorgungstechnik Bavaria GmbH www.entsorgungstechnik-bavaria.de
FABRICANTS ET OPÉRATEURS ATTESTÉS <i>(Important : La liste d'établissements qui suit n'est nullement exhaustive.)</i>	<p>Un grand nombre de fabricants proposent des installations de différentes configurations, entre autres :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sulo www.sulo.com - Suez Deutschland www.suez-deutschland.de - Remondis www.remondis.de - Alba-Gruppe www.alba.info <p>Les installations et les équipements utilisés sont les plus courants dans le secteur du ramassage et du traitement des déchets. Il s'agit en particulier de :</p> <p><u>Convoyeurs et doseurs :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Rudnick + Enners Maschinen- u. Anlagenbau GmbH, Alpenrod www.rudnick-enners.de - Ludden & Mennekes, Meppen www.ludden.de - Spezialmaschinen & Recyclingtechnik, Chemnitz www.sr-recyclingtechnik.com <p><u>Équipements techniques de tamisage :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Mogensen GmbH & Co. KG, Wedel www.mogensen.de - EuRec Technology GmbH, Merkers www.eurec-technology.com - Spaleck – Förder- und Separiertechnik www.spaleck.de <p><u>Équipements techniques d'aspiration :</u></p>

⁵ Office fédéral de la Statistique : Indice des prix de gros-Vieux papiers et vieux métaux, août 2015, Wiesbaden

	- NESTRO Lufttechnik GmbH, Schkölen/Thuringe	www.nestro.com
	<i><u>Séparateurs de métaux (Fe et NE) :</u></i>	
	Steinert Elektromagnetbau GmbH, Cologne	www.steinertglobal.com
	IMRO Maschinenbau GmbH, Uffenheim	www.imro-maschinenbau.de
	Wagner Magnete GmbH & Co. KG, Heimertingen	www.wagner-magnete.de
	<i><u>Presses à balles / presses :</u></i>	
	HSM GmbH + Co. KG, Salem	www.hsm.eu
	<i><u>Tri doté de capteurs</u></i>	
	Tomra Systems GmbH	www.tomra.de
	Sesotec GmbH	www.sesotec.com
REMARQUES ET AUTRE DOCUMENTATION DE RÉFÉRENCE		
<p>Représentée par la CEPI (www.cepi.org), l'industrie européenne de la papeterie est un organisme à affiliation volontaire se proposant de faire progresser le recyclage des vieux papiers, en particulier par des équipements plus performants, par une intensification des efforts en recherche et développement technologique et l'extension des utilisations des vieux papiers dans la fabrication). Ces engagements volontaires ont pour but d'assurer la poursuite énergique des efforts pour le recyclage parmi tous les opérateurs et utilisateurs, libérant les pouvoirs publics de la nécessité d'intervenir et d'édicter des normes pour le recyclage des vieux papiers.</p>		

TRAITEMENT ET TRI DES DÉCHETS DE VERRE

DOMAINE D'APPLICATION ET UTILISATIONS	- Traitement du verre de conditionnement récupéré destiné à être utilisé comme matière secondaire dans les verreries.
--	---

CARACTÉRISTIQUE DU CADRE GÉNÉRAL DE L'APPLICATION

APPLICABLE NOTAMMENT AUX TYPES DE DÉCHETS SUIVANTS

Verre usagé	X	Emballages légers	Déchets alimentaires et épilures
Papier et carton		Ordures ménagères composites	Déchets encombrants
Lampes usagées		Textiles usagés	Déchets d'équipements électriques et électroniques
Ferraille		Bois usagés	Déchets de construction et gravats
Huiles de vidange		Peintures et vernis usagés	Pneumatiques usés
Déchets dangereux			
Déchets de fabrication et spécifiques de certaines activités			
Autres types de déchets			

CARACTÉRISTIQUES ET SPÉCIFICATIONS SPÉCIALES POUR L'UTILISATION :

Nécessité d'un traitement préliminaire :

Les déchets de verre seront collectés séparés des autres déchets, sinon il est nécessaire de les trier dans la masse des déchets. Il faut éviter également de collecter le verre de conditionnement ou d'emballage avec la verrerie, le verre plat ou spécial, étant donné que leur composition est variable et peut compromettre leur valorisation. Sinon, il est nécessaire de séparer la fraction de verre des autres déchets. Il est également conseillé de collecter les déchets de verre regroupés d'après la couleur afin d'accroître les possibilités et la qualité de la mise en valeur. La collecte séparée représente en Allemagne 50% des déchets de verre blanc, 40% du verre vert et 10% du verre ambré.

Possibilité d'utilisation du matériau brut:

Les fractions de verre obtenues au tri sont utilisables directement pour les fabrications verrières et le recyclage, par exemple comme matériaux isolants (laine de verre, produits en verre cellulaire). Les métaux prélevés à cette occasion sont eux aussi recyclables directement.

Possibilités d'élimination et de stockage du matériau brut :

En général, les résidus du tri sont des matériaux inertes pouvant être mis en décharge.

Protection particulière :

Des dispositions seront prises pour circonscrire l'exploitation et protéger le personnel contre les fortes nuisances par le bruit pendant le tri

INFLUENCE DES FACTEURS EXTÉRIEURS SUR LES POSSIBILITÉS ET LES TYPES D'APPLICATION :

En général, il est nécessaire de collecter les déchets de verre sur des aires étendues pour assurer la rentabilité de l'exploitation

DÉTAILS TECHNIQUES

APERÇU GÉNÉRAL

DESCRIPTION BRÈVE

La préparation des déchets de verre de conditionnement est pour l'essentiel une procédure mécanique constituée d'un tri préliminaire plus ou moins intense et spécialisé avec éjection des produits et substances parasites et de certaines fractions (par exemple les métaux), suivi d'un tri automatique pour obtenir les différents verres de teinte uniforme.

CONDITIONS GÉNÉRALES	<ul style="list-style-type: none"> - Les déchets de verre seront collectés séparés des déchets industriels et commerciaux, et des déchets composites ou d'autres types de verre (verre plat) et, dans l'idéal, triés par couleur. - Les verres les mieux adaptés sont les verres d'emballage alors que les autres catégories : verre flotté, verre de sécurité et les vitrages isolants ne sont pas appropriés. - Une granulométrie d'env. 20 mm est nécessaire pour effectuer le tri et alimenter le four de fusion ; il convient en outre de garantir une certaine pureté. 								
RÉSULTATS ATTENDUS	<ul style="list-style-type: none"> - Débris de verre de caractéristiques définies pouvant être utilisés en verrerie - Taux de substances parasites moyen autorisé en g/Mg après le tri ⁶ : <ul style="list-style-type: none"> - Céramique, pierre, porcelaine < 20 (une valeur future de 10 g/Mg est en discussion) - Métaux non-ferreux < 3 - Métaux non-ferreux < 2 g/Mg - Vitrocéramique < 5 (pour des particules supérieures à 10mm), <10 (pour des particules inférieures à 10mm) - Substances organiques en vrac < 300 - Taux maximum de couleurs composites après le tri¹: Tableau 2: Taux maximum de couleurs composites du verre usagé trié <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr style="background-color: #444; color: white;"> <th style="text-align: left;">Taux de couleurs composites</th> <th style="text-align: left;">En pourcentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #eee;"> <td style="padding: 5px;">Fraction de verre blanc</td> <td style="padding: 5px;">Couleur brune : ≤ 0,3% Couleur verte : ≤ 0,2% Autres couleurs : ≤ 0,2%</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Fraction de verre vert</td> <td style="padding: 5px;">Couleur brune max. 10 %, calcins verts min. 75%</td> </tr> <tr style="background-color: #eee;"> <td style="padding: 5px;">Fraction de verre brun</td> <td style="padding: 5px;">Couleur verte max. 10 %, calcins bruns min. 80%</td> </tr> </tbody> </table> 	Taux de couleurs composites	En pourcentage	Fraction de verre blanc	Couleur brune : ≤ 0,3% Couleur verte : ≤ 0,2% Autres couleurs : ≤ 0,2%	Fraction de verre vert	Couleur brune max. 10 %, calcins verts min. 75%	Fraction de verre brun	Couleur verte max. 10 %, calcins bruns min. 80%
Taux de couleurs composites	En pourcentage								
Fraction de verre blanc	Couleur brune : ≤ 0,3% Couleur verte : ≤ 0,2% Autres couleurs : ≤ 0,2%								
Fraction de verre vert	Couleur brune max. 10 %, calcins verts min. 75%								
Fraction de verre brun	Couleur verte max. 10 %, calcins bruns min. 80%								
AVANTAGES PARTICULIERS	<ul style="list-style-type: none"> - Procédures largement automatisées - Rendement élevé - Garantie de qualité 								
INCONVÉNIENTS SPÉCIFIQUES	<ul style="list-style-type: none"> - Procédure onéreuse - En général, le procédé ne peut fonctionner rentablement que sur une grande aire de collecte. 								
DETAIL DES APPLICATIONS									
PROCÉDURES TECHNIQUES	<p>Le verre livré est trié en fonction de sa couleur et entreposé sous abri avant d'être transféré dans une trémie d'alimentation. Viennent ensuite un tamisage grossier et un tri préliminaire manuel pour éliminer les impuretés grossières. Et pour terminer, la séparation magnétique des métaux ferreux et plusieurs passages au tamis de diamètre de mailles variable (par exemple 15 mm, 30 mm, 60 mm) accompagnés de l'éjection des matériaux inertes et des produits autres que le verre. Les autres opérations sont les suivantes :</p>								

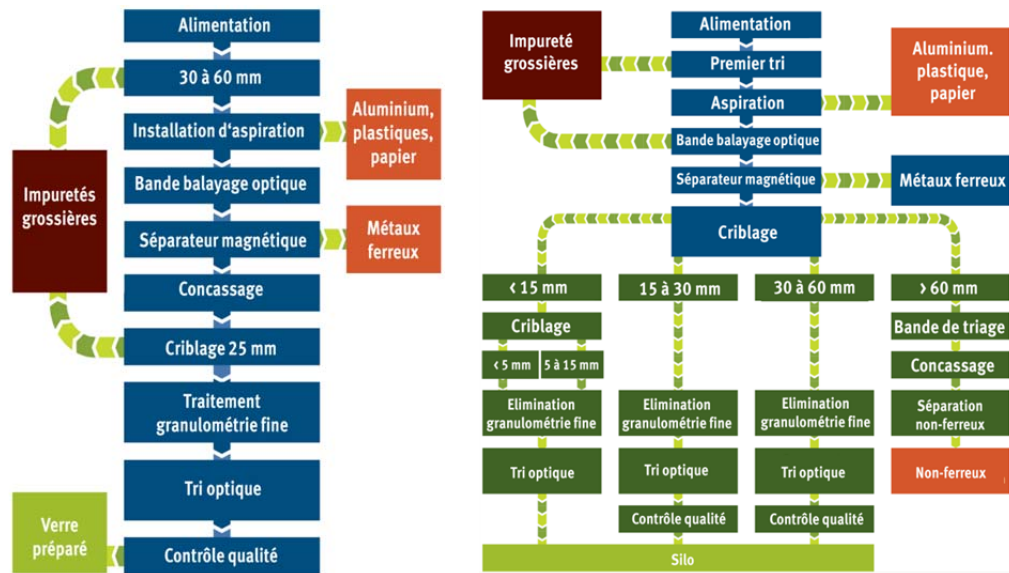
⁶ BV Glas (Fédération allemande de l'industrie du verre), BDE (Fédération allemande de la gestion des déchets, des eaux et matières premières), bvse (Fédération professionnelle allemande des matériaux de récupération et de l'élimination des déchets) : Ligne directrice « Qualitätsanforderungen an Glasscherben zum Einsatz in der Behälterindustrie » (Exigences de qualité applicables aux débris de verre pour l'utilisation dans l'industrie du conditionnement), fiche standard T 120, 14 août 2014

SUITE
PROCÉDURES
TECHNIQUES

- Affinement de pureté des fractions 5 à 15 mm, 15 à 30 mm et 30 à 60 mm, par exemple par techniques de tri optique par balayage,
- Concassage,
- Nouvelle éjection des matériaux inertes, des corps étrangers et des métaux non-ferreux et
- Tri optique par infrarouge.

Les deux schémas ci-dessous illustrent les procédures les plus courantes :

Figure 3: Organisation exemplaire des processus de tri du verre



COURANTS
ET QUANTITÉS DE
MATÉRIAU

Le rendement des installations une ligne est d'env. 20 Mg/h ; sur plusieurs lignes, il est possible de parvenir à des rendements d'env. 50 Mg/h.

LIENS ET
POSSIBILITÉS DE
COMBINAISON
AVEC D'AUTRES
TECHNIQUES

La préparation des déchets de verre peut avoir lieu directement en amont de la fabrication dans les verreries. Dans certaines proportions, elle peut aussi avoir lieu parallèlement au recyclage d'autres fractions de matériaux, par exemple pour les déchets d'emballages secs où elle sera alors pleinement intégrée.

GRANDS REPÈRES POUR LES APPLICATIONS : UTILISATION DES RESSOURCES

BILAN
ÉNERGÉTIQUE

- La consommation énergétique des installations de la configuration illustrée s'établit à env. 10.000 MW/a.
- Une réduction de 3% de l'apport d'énergie de fusion en utilisant 10% de calcins de verre usagé est exprimée comme ratio global d'économie d'énergie par l'emploi du verre usagé dans la production.

ÉMISSION DE CO₂

- Le recyclage des déchets de verre économise les ressources primaires ; la consommation énergétique est plus faible que la fabrication du verre à partir des matières premières. Ces deux éléments conjugués expliquent l'intérêt pour la réduction des émissions de CO₂. L'utilisation d'une tonne de verre recyclé évite en moyenne l'émission d'env. 500 kg CO₂ comparativement à la fabrication du verre à partir de matières premières primaires⁷.

⁷ Office fédéral de l'environnement, textes 46/2015 : The Climate Change Mitigation Potential of the Waste Sector

AUXILIAIRES OU AUTRES CONSOMMABLES NÉCESSAIRES	- Aucun
DEMANDE EN MAIN-D'ŒUVRE	- En moyenne, 11 ouvriers en travail posté sur les installations de plusieurs lignes, dont 7 pour le premier tri.
ENCOMBREMENT AU SOL	- Avec les dépôts, peut-être de l'ordre de 5.000 à 8.000 m ²
TRAITEMENT ULTÉRIEUR	- Les matériaux parasites seront éliminés en respectant les contraintes écologiques ; en général, il est possible de procéder à leur mise en décharge ou à leur exploitation sous forme de matériaux inertes dans les décharges (voir les fiches techniques « <u>Décharge des déchets non dangereux</u> » ou également « <u>Décharge pour déchets inertes</u> »)
GRANDS REPÈRES POUR LES APPLICATIONS : COÛTS	
INVESTISSEMENT	- Investissement total de ~ 12 millions EUR
COÛTS D'EXPLOITATION	Les frais d'exploitation sont en général provoqués par : - La maintenance et les réparations : d'env. 5 % de l'investissement rapporté à l'année - Frais de main-d'œuvre
RECETTES POSSIBLES	- Les prix du marché pour le verre récupéré traité dans la zone européenne se sont élevés entre 45–54 EUR/Mg (Eurostat) au premier semestre 2015
AUTRES DÉTAILS	
APERÇU SUR LE MARCHÉ	
APPLICATIONS DE RÉFÉRENCE	Il existe en Europe et dans le reste du monde un grand nombre de grandes installations. En Allemagne de grandes installations sont implantées à - Glasrecycling Nord GmbH & Co. KG, Wahlstedt - Reiling Glas Recycling GmbH & Co. KG, Mariental D'autres sites d'installation figurent sur les pages du Forum d'Action Emballage en verre
FABRICANTS ET OPÉRATEURS ATTESTÉS <i>(Important : La liste d'établissements qui suit n'est nullement exhaustive.)</i>	Plusieurs entreprises grandes et moyennes utilisent les techniques de tri évoquées précédemment : - Groupe Alba www.alba.info - Suez Environment www.suez-deutschland.de - Remondis www.remondis.de Les installations et les équipements utilisés sont les plus courants dans le secteur du ramassage et du traitement des déchets. Il s'agit en particulier de : <u>Convoyeurs et doseurs :</u> - Rudnick + Enners Maschinen- u. Anlagenbau GmbH, Alpenrod www.rudnick-enners.de - Ludden & Mennekes, Meppen www.ludden.de - Spezialmaschinen & Recyclingtechnik, Chemnitz www.sr-recyclingtechnik.com <u>Technique de tamisage :</u> - Mogensen GmbH & Co. KG, Wedel www.mogensen.de - EuRec Technology GmbH, Merkers www.eurec-technology.com - Spaleck – Förder- und Separiertechnik www.spaleck.de <u>Presses à balles / presses et technique de concassage :</u> HSM GmbH + Co. KG, Salem www.hsm.eu

	Bomatic–Umwelt- und Verfahrenstechnik GmbH, Hambourg	www.bomatic.de
	Erdwich Zerkleinerungs-Systeme GmbH, Kaufering	www.erdwich.de
	ANDRITZ MeWa Gechingen:	www.andritz.com/index/locations
	<i>Séparateurs de métaux (Fe et NE):</i>	
	Steinert Elektromagnetbau GmbH, Köln	www.steinertglobal.com
	IMRO Maschinenbau GmbH, Uffenheim	www.imro-maschinenbau.de
	Wagner Magnete GmbH & Co. KG, Heimertingen	www.wagner-magnete.de
<i>Tri doté de capteurs</i>		
Tomra Systems GmbH	www.tomra.de	
Sesotec GmbH	www.sesotec.com	

REMARQUES ET AUTRE DOCUMENTATION DE RÉFÉRENCE

Sélection d'adresses sous lesquelles sont données des informations détaillées sur le traitement des déchets de verre, avec liens vers les opérateurs :

Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung (Fédération professionnelle allemande des matériaux de récupération et de l'élimination des déchets) : www.bvse.de

Bundesverband Glasindustrie e.V. (Fédération professionnelle allemande de l'industrie du verre)

www.bvglas.de

Forum d'Action Emballages en verre

www.glasaktuell.de

European Container Glass Federation (FEVE)

www.feve.org

glasstec – International Trade Fair for Glass Production

www.glasstec.de

PRÉPARATION ET TRI DES EMBALLAGES CONSIGNES

DOMAINE
D'APPLI-
CATION ET
UTILISATIONS

-Préparation des emballages légers pour l'obtention de fractions pures et recyclables de métaux, de plastiques et de matériaux composites à partir des emballages collectés séparément en provenance des ménages et des activités industrielles et commerciales.

CARACTÉRISTIQUE DU CADRE GÉNÉRAL DE L'APPLICATION

APPLICABLE NOTAMMENT AUX TYPES DE DÉCHETS SUIVANTS

Verre usagé		Emballages légers	X	Déchets alimentaires et épluchures	
Papier et carton		Ordures ménagères composites	X ⁸	Déchets encombrants	
Lampes usagées		Textiles usagés		Déchets d'équipements électriques et électroniques	
Ferraille		Bois usagés		Déchets de construction et gravats	
Huiles de vidange		Peintures et vernis usagés		Pneumatiques usés	
Déchets dangereux					
Déchets de fabrication et spécifiques de certaines activités					
Autres types de déchets	X ⁹	Déchets de petite taille provenant de produits similaires			

CARACTÉRISTIQUES ET SPÉCIFICATIONS SPÉCIALES POUR L'UTILISATION:

Nécessité d'un traitement préliminaire :

Les déchets d'emballage ou les déchets secs des ménages doivent être collectés séparément.

Possibilité d'utilisation du matériau à la sortie :

En général, les fractions de matériaux provenant du tri (métaux, cartons) sont directement adaptées pour le recyclage, sans traitement supplémentaire ; bien souvent, les fractions de plastiques doivent passer par un traitement de préparation si elles ne sont pas dirigées vers les utilisations énergétiques.

Possibilités d'élimination et de stockage du matériau à la sortie :

Les corps étrangers et les matériaux parasites seront éliminés par d'autres procédures, conformément aux contraintes écologiques. Les restes provenant du tri pourront en général être transformés en combustibles de remplacement et utilisés dans la co-incinération (voir la fiche technique [Co-incinération industrielle](#)). Si cela n'est pas possible, une autre valorisation énergétique devra être mise en place.

Protection particulière :

Il est particulièrement important de prendre des mesures contre les nuisances par le bruit et pour la prévention de l'incendie, la sécurité au travail en présence d'équipements de travail et de charges mobiles (produits triés emballés) ainsi que sur des installations dotées de pièces mobiles.

Risques sanitaires spécifiques :

Le tri peut induire de fortes nuisances sur les lieux du travail par les bactéries, les risques de contamination et les spores. Une protection particulière devra donc être instaurée (par exemple ventilation, aspiration, vêtements protecteurs, masque facial, appareil respiratoire).

INFLUENCE DES FACTEURS EXTÉRIEURS SUR LES POSSIBILITÉS ET LES TYPES D'APPLICATION:

Conditions climatiques :

Les installations de tri, principalement au niveau des entrepôts de matériaux et des aires de travail, doivent être protégées en particulier contre le vent et la pluie

⁸ Uniquement pour la fraction sèche des ordures ménagères

⁹ La collecte séparée des déchets d'emballage composites peut aller de pair avec le ramassage des déchets de petite taille provenant de produits similaires (système de collecte commune appelé « Wertstofftonne » (« conteneur de matières valorisables »)(www.wertstofftonne-berlin.de). Différents projets pilotes ont confirmé qu'il était possible de procéder en aval à la séparation et à la préparation des fractions considérées.

Possibilités de création d'emplois :	
Le tri des emballages est aussi un travail manuel nécessitant l'intervention d'une main-d'œuvre abondante, surtout parmi les personnes peu qualifiées. La rentabilité ne peut être assurée que par la qualité des matériaux et l'efficacité des mécanismes de traitement. Il est nécessaire de dégager des modalités spéciales de financement, par exemple au moyen d'une taxe sur les déchets d'emballage ou de la cession sous licence du système, comme cela se pratique dans de nombreux pays européens (voir l'exemple de l'approche système de la marque « Le Point Vert » / The " <u>Green Dot</u> / ").	
DÉTAILS TECHNIQUES	
APERÇU GÉNÉRAL	
DESCRIPTION BRÈVE	La préparation est réalisée pour l'essentiel par des procédures mécaniques plus ou moins automatisées, constituant différentes étapes de tri pour obtenir les fractions récupérables à partir du matériau brut. La technique la plus répandue consiste à combiner différentes étapes de déchiquetage, de criblage et de classification, plus ou moins évoluées selon les cas, et avec des équipements techniques perfectionnés dans certaines applications. Les opérations manuelles peuvent également être intégrées dans les installations.
SPÉCIFICATIONS DE BASE	- Le matériau brut doit être séparé des déchets industriels et commerciaux et des ordures ménagères humides ou doit être limité à la partie sèche des déchets.
RÉSULTATS ATTENDUS	- Matériaux de recyclage de qualité définie - Séparation (partiellement) automatique des plastiques : PE, PP, PET et PS - Granulés de plastique obtenus à partir d'un procédé d'enrichissement en aval des plastiques raccordé aux processus de tri
AVANTAGES SPÉCIFIQUES	Ces avantages doivent être évalués différemment selon la configuration du procédé et de l'installation. - <u>Configuration générale</u> - Techniques simples, donc investissement en capitaux relativement faible. - Grande fiabilité, disponibilité de l'installation de l'ordre de > 95% - Très grande souplesse d'adaptation. - <u>Configuration élargie</u> - Rendement plus élevé que pour la configuration de base - Séparation plus efficace que pour la configuration de base - Faible demande de main-d'œuvre - Adaptation relativement simple
INCONVÉNIENTS SPÉCIFIQUES	Ces avantages doivent être évalués différemment selon la configuration du procédé et de l'installation. - <u>Configuration générale</u> - Mobilise une grande capacité de travail (plus forte demande de main-d'œuvre) - Rendement relativement faible - <u>Configuration avancée</u> - Rendement plus élevé que pour la configuration de base - Personnel plus qualifié - Energie et investissements plus importants
DÉTAIL DES APPLICATIONS	
PROCÉDURES TECHNIQUES	Sur les installations de la configuration de base, le criblage mécanique éjecte les matériaux fins, après quoi le matériau est trié. La procédure est organisée selon le schéma suivant

SUITE
PROCÉDURES
TECHNIQUES

Figure 4: Exemple d'un processus de tri pour obtenir différentes sortes de plastique (configuration de base)

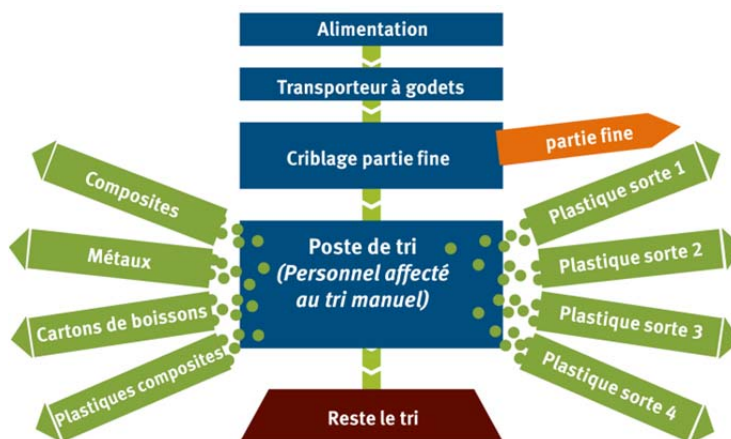
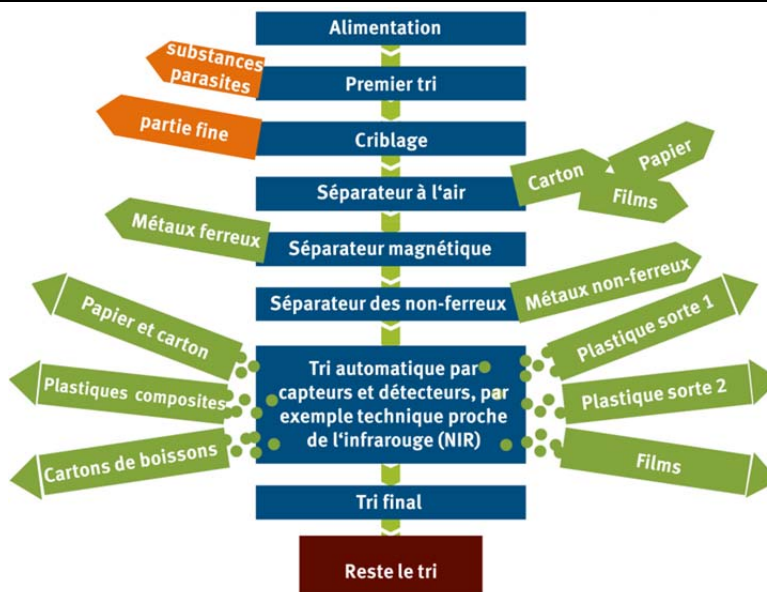


Figure 5: Exemple d'un installation de tri (configuration de base) Photo : INTECUS



La configuration avancée ressemble à la configuration de base pour la procédure générale mais fait intervenir certaines opérations de tri automatique, par exemple avec capteurs infrarouges et différents étages de séparation des métaux ferreux, non-ferreux et des produits volatils etc. Le nombre et l'agencement de ces opérations varient d'une installation à l'autre. Le schéma suivant de la procédure fournit un exemple du procédé de tri :

Figure 6: Exemple du procédé de tri pour différentes sortes de plastique (configuration avancée)

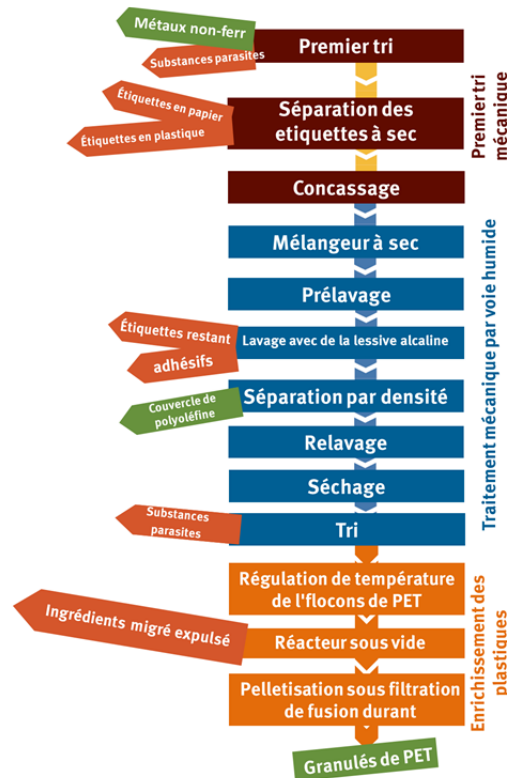


Procédé d'enrichissement des plastiques :

Le tri des emballages légers est suivi d'un enrichissement des plastiques triés en vue de les transformer en granulés ou en matières broyées polymères de qualité spécifiée. Une partie des matériaux fabriqués peut être directement réinjectée dans la production, par exemple le granulé en plastique, l'aluminium, les fibres de papier, ou bien servir de base aux opérations de recyclage propres aux matériaux.

L'exemple du procédé ¹⁰ consistant à transformer des bouteilles en PET pré-triées en flocons recyclés destinés à nouveau à la fabrication de bouteilles en PET se présente comme suit (représentation simplifiée) :

Figure 7: Schéma du procédé de la société KRONES (schéma selon KRONES AG, www.krones.de)



COURANTS ET QUANTITÉS DE MATÉRIAU

Les courants et les quantités varient en fonction de la configuration du procédé et de l'installation.

- Configuration générale
 - Le rendement possible de l'installation est d'environ 1 Mg/h.
- Configuration avancée
 - Le rendement possible de l'installation peut se situer entre 3 et 20 Mg/h.

Le bilan poids illustré sur l'exemple de l'installation de préparation des matières recyclables Iserlohn¹¹ d'un volume de 72000 Mg par an s'établit comme suit :

- Matériau brut récupérable : Métaux ferreux : 8000 t, métaux non ferreux 2200 Mg
PE : 2500 Mg, PP 5000 Mg, PS 1800 Mg, PET 1400 Mg, Films 4800 Mg
Cartons pour contenus liquides : 5000 Mg
Emballages en papier et en carton : 1800 Mg

¹⁰ Krones AG: <http://www.krones.com/de/produkte/abfuellung/bottle-to-bottle-pet-recyclinganlage.php>

¹¹ INFA GmbH, Prognos AG : Installation de traitement des matières recyclables, Iserlohn-Sümmernals Projekt der KlimaExpo.NRW-Mengenbilanz und Klimawirkung, (Projet de l'Expo Climat. bilan des quantités et effet climatique en Rhénanie-du-Nord-Westphalie (NRW) http://www.klimaexpo.nrw/fileadmin/user_upload/Projekte/WAA_Lobbe/Anhang_WAA_Lobbe_Klimawirkung_Mengenbilanz.pdf, letzter Zugriff 12.10.2015

	<ul style="list-style-type: none"> - Matériau brut récupérable énergétiquement : <ul style="list-style-type: none"> Plastique composite (de forte valeur calorifique) : 19 000 Mg Produits en amont pour CSR (de valeur calorifique moyenne) : 17 400 Mg Restes issus du tri (de faible valeur calorifique) : 2 900 Mg
LIENS ET POSSIBILITÉS DE COMBINAISON AVEC D'AUTRES TECHNIQUES	Si l'on pratique un traitement plus poussé, de forte technicité, il est préférable d'implanter les installations techniques spécialisées en un lieu différent de celui qui servira pour les utilisations des matériaux de récupération alors que pour les opérations de tri simples, par exemple pour les courants de matériaux primaires métaux et composites, il est préférable de placer le traitement directement en amont de la production, voire même de l'y intégrer.
GRANDS REPÈRES POUR LES APPLICATIONS : UTILISATION DES RESSOURCES	
BILAN ÉNERGÉTIQUE	La consommation d'énergie des installations de la configuration de base est relativement faible. Celle des installations de la configuration avancée augmente en fonction des composants installés.
IMPACT CO ₂	Par substitution énergétique et grâce à la réduction de la consommation en ressources primaires pour le traitement des matériaux de récupération après traitement, il est possible de réduire les émissions de CO ₂ . Un gain annuel équivalent à 55000 t de CO ₂ a été calculé pour l'exemple de l'installation de traitement des matières recyclables d'Iserlohn (rendement de 72000 Mg). 70% des réductions de CO ₂ sont obtenus par une substitution des matières primaires et 30% par une valorisation énergétique des plastiques composites, des combustibles dérivés de déchets (CSR) etc.
AUXILIAIRES OU AUTRES CONSOMMABLES NÉCESSAIRES	<ul style="list-style-type: none"> - Aucun auxiliaire requis pour le tri. - Consommation d'eau et additifs chimiques dans la phase d'enrichissement pour la préparation mécanique par voie humide.
DEMANDE EN MAIN-D'ŒUVRE	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Configuration générale</u> <ul style="list-style-type: none"> - En moyenne, jusqu'à 12 employés. - <u>Configuration avancée</u> <ul style="list-style-type: none"> - Entre 7 et 30 employés
ENCOMBREMENT AU SOL	- Environ 5000 à 10000 m ² pour une installation de dimension moyenne.
TRAITEMENT ULTÉRIEUR	- Les corps étrangers et les substances parasites peuvent représenter 40 à 55% du matériau brut. Il s'agit pour l'essentiel de substances pouvant être éliminées par incinération et en respectant les contraintes écologiques.
GRANDS REPÈRES POUR LES APPLICATIONS : COÛTS	
INVESTISSEMENT	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Configuration générale</u> <ul style="list-style-type: none"> - Sans autres structures et enveloppe de bâtiment (version 2008), l'investissement se situe entre 50000 et 150000 EUR pour une ligne de traitement de capacité moyenne. - <u>Configuration avancée</u> <ul style="list-style-type: none"> - Selon l'équipement des installations (et en particulier selon le nombre d'étages de séparation installés et assistés par capteurs), l'investissement s'élève à 13 millions EUR, voire plus.

COÛTS D'EXPLOITATION	<ul style="list-style-type: none"> - Les coûts d'exploitation varient parfois considérablement selon la technique employée. - Ils sont établis à titre indicatif entre 150 et 650 EUR/Mg, y compris les frais d'élimination des substances étrangères. - En fonction de la configuration de l'installation, les frais de réparation et de maintenance représentent une moyenne de 6% de l'investissement annuel. 																		
RECETTES POSSIBLES	<ul style="list-style-type: none"> - Le produit réalisé sur les fractions obtenues dépend de l'état instantané du marché et de la qualité. Nous donnons ici un exemple : <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr style="background-color: #4CAF50; color: white;"> <th>Sorte de plastique</th> <th>Juillet 2015 [EUR/Mg]</th> <th>Juillet 2014 [EUR/Mg]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Matière broyée en HDPE</td> <td>620</td> <td>620</td> </tr> <tr> <td>Granulé en HDPE</td> <td>920</td> <td>920</td> </tr> <tr> <td>Produit en balles PP</td> <td>260</td> <td>290</td> </tr> <tr> <td>Matière broyée en PP</td> <td>590</td> <td>550</td> </tr> <tr> <td>Matière broyée en PET colorée</td> <td>420</td> <td>410</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> - La couverture des frais pour le traitement et le recyclage des emballages peut être assurée par des modalités de financement adaptées, par exemple la passation de licences d'exploitation du système de traitement "Grüner Punkt" en Allemagne. 	Sorte de plastique	Juillet 2015 [EUR/Mg]	Juillet 2014 [EUR/Mg]	Matière broyée en HDPE	620	620	Granulé en HDPE	920	920	Produit en balles PP	260	290	Matière broyée en PP	590	550	Matière broyée en PET colorée	420	410
Sorte de plastique	Juillet 2015 [EUR/Mg]	Juillet 2014 [EUR/Mg]																	
Matière broyée en HDPE	620	620																	
Granulé en HDPE	920	920																	
Produit en balles PP	260	290																	
Matière broyée en PP	590	550																	
Matière broyée en PET colorée	420	410																	
COÛT TOTAL RAPPORTÉ AU POIDS	- Aucune indication disponible																		
AUTRES DÉTAILS																			
APERÇU SUR LE MARCHÉ																			
APPLICATIONS DE RÉFÉRENCE	<p>Les installations de tri des types de configuration décrits sont largement répandues en Europe et dans le reste du monde, par exemple en Allemagne :</p> <ul style="list-style-type: none"> - WAA Iserlohn www.lobbe.de - Sortieranlage Leipzig www.alba.info <p>Une liste d'installations supplémentaires figure sur le site du Land Brandenburg</p> <p><u><i>Enrichissement du plastique / fabrication de flocons</i></u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Krones AG www.krones.com - Multipet GmbH Bernbourg www.mp-bbg.eu - Systec Plastics www.systalen.de <p>Un grand nombre de fabricants proposent des installations de différentes configurations, entre autres :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Suez Environment www.suez-deutschland.de - Remondis www.remondis.de - Alba-Gruppe www.alba.info 																		
FABRICANTS ET OPÉRATEURS ATTESTÉS <small>(Important : La liste d'établissements qui suit n'est nullement exhaustive.)</small>	<p>Les installations et les équipements utilisés sont les plus courants dans le secteur du ramassage et du traitement des déchets. Il s'agit en particulier de :</p> <p><u><i>Convoyeurs et doseurs :</i></u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Rudnick + Enners Maschinen- u. Anlagenbau GmbH, Alpenrod www.rudnick-enners.de - Ludden & Mennekes, Meppen www.ludden.de - Spezialmaschinen & Recyclingtechnik, Chemnitz www.sr-recyclingtechnik.com <p><u><i>Ouvre-sacs :</i></u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Matthiessen Lagertechnik GmbH, Krempe http://www.bagsplitter.com/ <p><u><i>Équipements techniques de tamisage :</i></u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Mogensen GmbH & Co. KG, Wedel www.mogensen.de - EuRec Technology GmbH, Merkers www.eurec-technology.com - Spaleck – Förder- und Separiertechnik www.spaleck.de 																		

	<u>Séparateurs de métaux (Fe et NE):</u>	
	Steinert Elektromagnetbau GmbH, Cologne	www.steinertglobal.de
	IMRO Maschinenbau GmbH, Uffenheim	www.imro-maschinenbau.de
	Wagner Magnete GmbH & Co. KG, Heimertingen	www.wagner-magnete.de
	<u>Presses à balles / presses :</u>	
	HSM GmbH + Co. KG, Salem	www.hsm.eu
	Bomatic–Umwelt- und Verfahrenstechnik GmbH, Hambourg	www.bomatic.de
	Erdwisch Zerkleinerungs-Systeme GmbH, Kaufering	www.erdwisch.de
	MeWa Recycling Maschinen und Anlagenbau GmbH, Gechingen	www.mewa-recycling.de
	<u>Tri doté de capteurs</u>	
	Tomra Systems GmbH	www.tomra.de
	Sesotec GmbH	www.sesotec.com
REMARQUES ET AUTRE DOCUMENTATION DE RÉFÉRENCE		
<p>Sélection d'adresses sous lesquelles sont données des informations détaillées sur le traitement des emballages et les systèmes de reprise d'emballages avec liens vers les opérateurs disponibles sur les sites suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung (Fédération professionnelle allemande des matériaux de récupération et de l'élimination des déchets): www.bvse.de - Site Internet de système dual : www.recycling-fuer-deutschland.de - Fachverband Kunststoffrecycling (Association professionnelle allemande du recyclage des plastiques) www.kunststoff-verwertung.de - Industrievereinigung Kunststoffverpackungen e.V. (Fédération allemande de l'industrie des emballages en matière plastique) www.kunststoffverpackungen.de 		

TRAITEMENT ET TRI DES DÉCHETS ENCOMBRANTS

DOMAINE D'APPLICATION ET UTILISATIONS	- Préparation des produits tirés des déchets encombrants des ménages et de l'industrie pour générer des fractions de matériaux propres destinées au recyclage et à d'autres mises en valeur.
---------------------------------------	--

CARACTÉRISTIQUE DU CADRE GÉNÉRAL DE L'APPLICATION

APPLICABLE NOTAMMENT AUX TYPES DE DÉCHETS SUIVANTS

Verre usagé		Emballages légers		Déchets alimentaires et épluchures	
Papier et carton		Ordures ménagères composites		Déchets encombrants	X
Lampes usagées		Textiles usagés		Déchets d'équipements électriques et électroniques	
Ferraille	X	Bois usagés		Déchets de construction et gravats	
Huiles de vidange		Peintures et vernis usagés		Pneumatiques usés	X
Déchets dangereux					
Déchets de fabrication et spécifiques de certaines activités	X	Déchets de grande dimension sans substances toxiques			
Autres types de déchets	X	Déchets industriels et commerciaux présentant une proportion élevée de substances recyclables, sans substances toxiques (comme, par exemple les batteries d'accumulateurs)			

CARACTÉRISTIQUES ET SPÉCIFICATIONS SPÉCIALES POUR L'UTILISATION :

Nécessité d'un traitement préliminaire :

Aucun traitement préliminaire n'est nécessaire à l'exception du ramassage des déchets encombrants triés sur le site de production des déchets.

Possibilité d'utilisation du matériau brut:

Les fractions de matériaux qui sont obtenues par le tri sont recyclables ou servent pour les productions énergétiques immédiatement (par exemple les métaux et le bois) ou sont utilisables après traitement.

Possibilités d'élimination et de stockage du matériau brut :

Les fractions résiduelles à pouvoir calorifique élevé peuvent être incinérées ; la fraction inerte est déposée dans des décharges appropriées.

Nécessité d'un traitement ultérieur :

Les restes provenant du tri sont traités ultérieurement par des méthodes appropriées ou éliminés.

Protection nécessaire du matériau :

Mesures de protection contre le bruit et tout particulièrement contre le feu.

Ressources en création d'emplois :

Dans beaucoup de cas, les déchets encombrants peuvent être traités manuellement, ce qui induit une forte demande de main-d'œuvre, en particulier pour un personnel de manutention sans qualification. La rentabilité ne peut être obtenue que par la qualité des produits de sortie et par des cycles de traitement appropriés, d'où la nécessité de dégager des instruments de financement réciproque, par exemple une redevance de ramassage des déchets encombrants. Une approche adéquate du traitement des déchets encombrants consiste également à charger des personnes pénalisées (par exemple des personnes victimes d'un handicap sanitaire ou physique) et celles qui ne trouvent pas d'autre travail de trier certaines parties des déchets encombrants (par exemple les pièces de meubles, les pièces présentant un intérêt à titre d'antiquité ou certains appareils), de les réparer pour les réutiliser ou de les démonter pour récupérer les pièces détachées.

Mécanismes de financement appropriés :	
Les frais induits par le ramassage et le traitement des déchets encombrants peuvent être couverts par une redevance spéciale venant s'ajouter à la taxe sur les ordures et les déchets ou par facturation au producteur de déchets. Au niveau du bilan des coûts, on tiendra compte des recettes provenant de la vente des pièces réparées ou des pièces de rechange. Il devient ainsi possible de proposer gratuitement le service de ramassage des déchets encombrants et d'exonérer les déchets pouvant être valorisés.	
INFLUENCE DES FACTEURS EXTERIEURS SUR LES POSSIBILITES ET LES TYPES D'APPLICATION :	
Accessibilité et disponibilité des emplacements :	
Le ramassage et les installations de traitement doivent présenter toute facilité d'accès et une capacité de stockage transitoire suffisante	
Conditions climatiques :	
Le stockage et les aires de traitement (en particulier pour le dépôt et le tri) doivent être protégés contre les intempéries, c'est-à-dire les vents forts et les précipitations.	
DÉTAILS TECHNIQUES	
APERÇU GENERAL	
DESCRIPTION BRÈVE	Le tri peut être réalisé sur les lieux de production des déchets ou dans une installation de tri. Le tri proprement dit est constitué de plusieurs opérations techniques présentant chacune des degrés variables d'automatisation, de manière à obtenir finalement les fractions de matériaux d'uniformité déterminée pour le recyclage et une autre forme de mise en valeur. Le but général consiste à obtenir le bois, les fractions utilisables telles que les métaux, le papier, les plastiques et aussi les mélanges à forte et basse valeur calorifique.
SPÉCIFICATIONS DE BASE	- Le matériau collecté ne doit contenir aucune substance toxique et seulement un faible taux de substances minérales et organiques.
RÉSULTATS ATTENDUS	- Différentes fractions (bois, métaux, fraction de forte valeur calorifique, partiellement le papier) présentant des caractéristiques satisfaisantes (homogénéité) commercialisables, en particulier pour leur recyclage et leur réutilisation. - Extraction des produits complets et des produits pouvant être revendus ou réutilisés
AVANTAGES AVANTAGES	- Grande facilité de réalisation et grande fiabilité, simplicité et faible intensité capitalistique. - Susceptibilité relativement réduite aux perturbations et donc grande disponibilité de l'installation. - Grande souplesse d'adaptation aux variations du matériau brut et aux caractéristiques attendues du produit final.
INCONVÉNIENTS SPECIFIQUES	- Le traitement peut nécessiter un investissement considérable en main d'œuvre.
DÉTAIL DES APPLICATIONS	
PROCÉDURES TECHNIQUES	Le tri des déchets encombrants est réalisé <u>avec des techniques simples sur les lieux de production des déchets</u> ou sur une place de ramassage centrale, par exemple une cour d'usine (configuration de base) ou sur une <u>installation de tri spéciale</u> présentant un degré d'automatisation poussé. Les opérations du processus respectif sont toujours les suivantes: - Séparation préalable des appareils ménagers électriques et électrotechniques (s'ils ont été ramassés avec les déchets encombrants) et des déchets intempestifs. - Tri fin (manuel). <i>Tri des déchets encombrants sur les lieux de production :</i> Les composants des déchets et les objets dont la structure doit être préservée, qui présentent un potentiel de réutilisation ou nécessitent un traitement spécial (tels que matelas, tapis, meubles spéciaux) doivent être soumis à un tri préalable sur les lieux de production et ramassés séparément. On appelle ce principe de tri

SUITE
PROCÉDURES
TECHNIQUES

- ramassage de type tandem

Celui-ci consiste également à trier par ex. les déchets de bois et le reste des déchets encombrants sur les lieux de production. Les deux types de matériaux sont chargés sur des camions séparés pour être transportés vers le traitement. Les véhicules équipés d'un dispositif de pressage compactage ne sont pas appropriés pour les fractions recyclables.

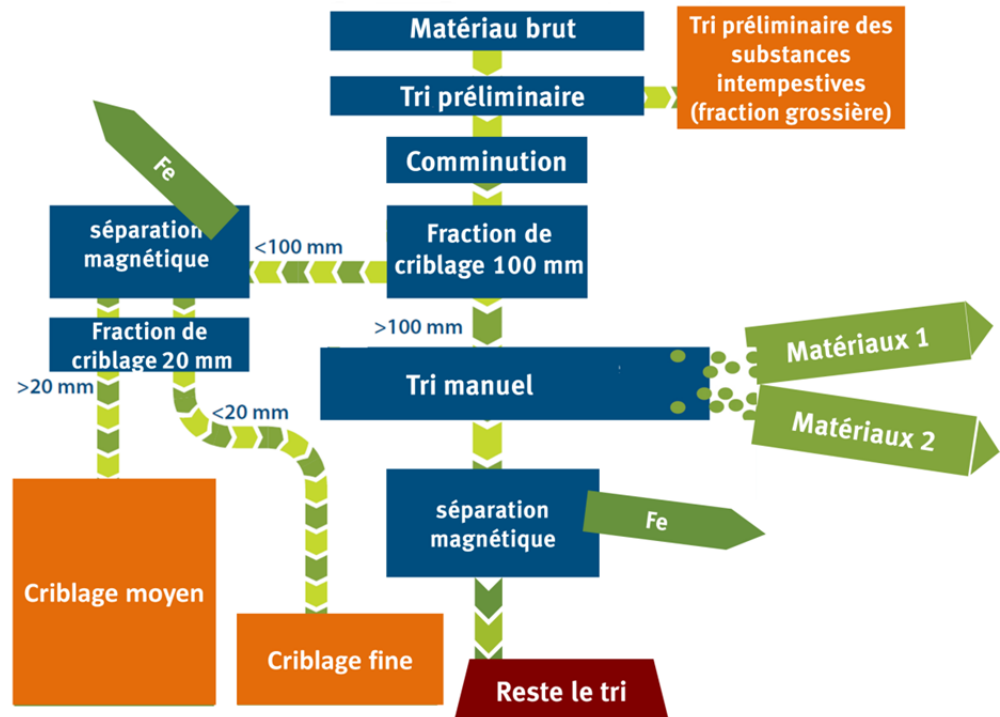
Séparation au point de déchargement ou dans une cour d'usine

Séparation du bois et des métaux manuellement ou avec l'aide d'une pince mécanique ou d'un engin de levage. Le bois complet et les fractions volumineuses de métaux sont séparés. Cette technique permet de gagner environ la moitié du bois qui se présente à raison de 30 à 50 % dans les déchets encombrants.

Installations de tri spéciales :

Les installations de technicité élevée traitent souvent les autres types de déchets, par exemple les déchets industriels et commerciaux, à côté des déchets encombrants. Les installations de tri sont variables en fonction des ressources disponibles (humaines principalement) et du produit réalisé sur les courants de matériau à la sortie. Dans la plupart des cas, le premier tri est suivi d'un criblage et de la séparation des métaux ferreux. Un second criblage intervient ensuite pour séparer la fraction fine et la fraction de forte valeur calorifique. Il est fréquent de répartir la procédure en plusieurs lignes de traitement, avec possibilité d'application de la technologie NIR pour récupérer les plastiques. Le schéma ci-dessous en donne un exemple :

Figure 8: Exemple du processus de tri pour générer différentes fractions provenant des déchets encombrants



COURANTS
ET QUANTITÉS DE
MATÉRIAU

- Les courants à la sortie varient en fonction de la composition du matériau brut. Globalement, la moyenne est la suivante en Allemagne :

- Entrée : 100 % de déchets encombrants
- Produits à la sortie : 25 à 50% de bois
10 à 20% de métaux
10 à 20% de forte valeur calorifique ; le reste est constitué de matériau inerte

- Le rendement des installations de tri est en moyenne de 5 à 20 Mg/h par ligne de traitement.

LIENS ET POSSIBILITÉS DE COMBINAISON AVEC D'AUTRES TECHNIQUES	S'il s'agit d'un tri simple, par exemple la séparation des métaux et du bois, il est possible de réaliser le traitement sur les lieux mêmes et donc d'injecter directement les produits dans le recyclage ou les cycles de production. S'il s'agit d'un tri plus poussé pour isoler plusieurs fractions de substances, il est conseillé de le réaliser sur un site spécial.
GRANDS REPÈRES POUR LES APPLICATIONS : UTILISATION DES RESSOURCES	
BILAN ÉNERGÉTIQUE	La consommation énergétique de l'installation de tri est en général relativement faible, mais elle augmente parallèlement à l'automatisation croissante du processus de tri.
ÉMISSION DE CO ₂	L'utilisation des matières secondaires obtenues permet de réaliser une économie des émissions de CO ₂ qui interviendraient pour la production à partir des matières premières brutes et de leur récupération. Les métaux recyclés réduisent les besoins en ressources primaires et en énergie. En moyenne, comparativement à la production des métaux obtenus à partir des minerais bruts l'utilisation de 1 Mg de métaux ferreux et de 1 Mg de métaux précieux permet d'éviter respectivement plus de 900 kg CO ₂ et de 9000 kg CO ₂ ¹² .
AUXILIAIRES OU AUTRES CONSOMMABLES NÉCESSAIRES	- A l'exception des composants techniques, aucun autre matériel n'est nécessaire.
DEMANDE EN MAIN-D'ŒUVRE	- La main-d'œuvre nécessaire dépend de la taille de l'installation, des procédures de tri et du degré d'automatisation. Les installations courantes emploient huit personnes : 1 chef d'équipe, 6 trieurs et 1 volant (conducteur de chariot-élévateur, mécanicien). - Le tri sur les lieux de production requiert un groupe de minimum de 2 à 3.
ENCOMBREMENT AU SOL	- Env. 3000 à plus de 5.000 m ² pour une installation de taille moyenne
TRAITEMENT ULTÉRIEUR	- Nécessaire pour la fraction fine devant être éliminée
GRANDS REPERES POUR LES APPLICATIONS : COÛTS	
INVESTISSEMENT	- En fonction de la taille de l'installation (rendement) et des équipements techniques, l'investissement moyen est de 70 à 200 EUR/(Mg*a). - Pour le tri sur les lieux de production des déchets, un investissement n'est nécessaire que de manière sélective pour les machines (pince) ; en association avec un poste de tri (de 250 m ² au moins), le coût d'entretien de l'investissement estimé est de 150.000 à 200.000 EUR (min. 250 m ²) (version 2008).
COÛTS D'EXPLOITATION	- Les coûts d'exploitation se situent entre 20 et 50 EUR/Mg (sans le produit des déchets et les coûts d'élimination, (version 2008). - Le coût du ramassage de type tandem est de 10 à 30% supérieur à celui du ramassage traditionnel (par suite en particulier d'un personnel plus nombreux et de la multiplication du nombre des véhicules). Il n'est recommandé que dans les régions de forte densité de peuplement.
RECETTES POSSIBLES	- Les recettes tributaires du marché proviennent des matériaux triés : métaux, bois, papier ou de la revente des pièces de rechange ou des pièces qui ont été récupérées pour le ré-emploi (par exemple les meules, les appareils techniques, etc.)

¹² Office fédéral de l'environnement, textes 46/2015 : The Climate Change Mitigation Potential of the Waste Sector

COÛT TOTAL RAPPORTÉ AU POIDS	<ul style="list-style-type: none"> - Le coût total moyen se situe entre 50 et 100 EUR/Mg (en fonction des recettes de vente et des frais d'élimination, version 2008). - Le coût induit par le tri sur les lieux de production des déchets se situe entre 10 et 20 EUR/Mg. (Version 2008).
AUTRES DÉTAILS	
APERÇU SUR LE MARCHÉ	
APPLICATIONS DE RÉFÉRENCE	<ul style="list-style-type: none"> - Les procédures désignées sont déjà très répandues en Europe et partout dans le monde entier.
FABRICANTS ET OPÉRATEURS AT- TESTÉS <i>(Important : La liste d'établissements qui suit n'est nullement exhaustive.)</i>	<p>La plupart des opérateurs allemands dans le secteur des déchets pratiquent le tri des déchets encombrants, d'une manière ou d'une autre, et ont créé à cet effet ou mis au point leurs installations et les procédures de travail. Installations de référence Liste des installations de référence de Berlin – Brandebourg</p> <p>Les installations et les équipements utilisés sont les plus courants dans le secteur du ramassage et du traitement des déchets. Il s'agit en particulier de :</p> <p><u>Bandes transporteuses, installations de dosage :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Rudnick+Enners Maschinen- u. Anlagenbau GmbH, Alpenrod www.rudnick-enners.de - Ludden&Menekes, Meppen www.ludden.de - Spezialmaschinen & Recyclingtechnik, Chemnitz www.sr-recyclingtechnik.com <p><u>Concasseurs :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - HAMMEL Recyclingtechnik GmbH, Bad Salzungen www.hammel.de <p><u>Séparateurs/technique de tamisage :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - EuRec Technology GmbH, Merkers www.eurec-technology.com - Mogensen GmbH & Co. KG, Wedel www.mogensen.de - Spaleck – Förder- und Separiertechnik www.spaleck.de <p><u>Séparateurs de métaux (Fe et NE):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Steinert Elektromagnetbau GmbH, Köln www.steinertglobal.com - IMRO Maschinenbau GmbH, Uffenheim www.imro-maschinenbau.de - Wagner Magnete GmbH & Co. KG Spann- und Umwelttechnik, Heimertingen www.wagner-magnete.de <p><u>Technologie NIR :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Tomra Systems GmbH, Langenfeld www.tomra.de - Sesotec GmbH www.sesotec.com

COMPOSTAGE DES DÉCHETS ORGANIQUES – COMPOSTAGE DES DÉCHETS BIOLOGIQUES

DOMAINE
D'APPLICATION
ET
UTILISATIONS

- Production d'humus utilisable à partir de substances organiques et anorganiques recyclables sur la fraction des déchets biologiques par traitement biologique.
- Réduction conséquente des déchets organiques qui, en l'absence de traitement, seraient dirigés vers les décharges ou incinérés.
- Réduction de l'activité réactive des restes en provenance d'autres traitements biologiques, par exemple la fermentation (voir aussi la fiche technique « [Fermentation anaérobie](#) »)

CARACTÉRISTIQUE DU CADRE GÉNÉRAL DE L'APPLICATION

APPLICABLE NOTAMMENT AUX TYPES DE DÉCHETS SUIVANTS

Verre usagé		Emballages légers		Déchets alimentaires et épluchures	X
Papier et carton	X ¹³	Ordures ménagères composites		Déchets encombrants	
Lampes usagées		Textiles usagés		Déchets d'équipements électriques et électroniques	
Ferraille		Bois usagés	X ¹⁴	Déchets de construction et gravats	
Huiles de vidange		Peintures et vernis usagés		Pneumatiques usés	
Déchets dangereux					
Déchets de fabrication et spécifiques de certaines activités	X	Restes de cuisine et d'aliments, déchets agricoles et forestiers, fumier et déchets verts biodégradables provenant de l'industrie agroalimentaire			
Autres types de déchets	X	Matériaux biodégradables collectés séparément, sans substances dangereuses			

CARACTÉRISTIQUES ET SPÉCIFICATIONS SPÉCIALES POUR L'UTILISATION :

Nécessité d'un traitement préliminaire :

Il est conseillé de ramasser séparément les déchets pour en éliminer les éléments porteurs de substances toxiques (par exemple les piles et les batteries) et les substances parasites du compostage (par exemple les films épais). Les composants volumineux, par exemple les branchages et les déchets de taille seront concassés.

Possibilité d'utilisation du matériau brut:

Le compost ainsi produit est utilisé principalement dans l'agriculture, en architecture jardinière et paysagère, comme substrat pour cultures spéciales (fruits, vigne, asperges), les ouvrages en terre, les jardinets. Les restes de criblage sont utilisés comme couvertures de décharge et filtres biologiques.

Possibilités d'élimination et de stockage du matériau brut :

Les résidus du compostage, par exemple les films plastiques, seront traités par d'autres procédés (par exemple thermique).

Nécessité d'un traitement ultérieur : Aucun traitement ultérieur spécifique n'est nécessaire. En général, une stérilisation appropriée est assurée en général par le processus de compostage, il faut envisager un contrôle du lisier.

Protection particulière :

Les gaz d'échappement du compostage seront collectés et traités ; si ce n'est pas le cas, prévoir des mesures techniques et une organisation appropriées pour prévenir ou tout au moins réduire les émissions (en particulier les mauvaises odeurs).

Risques sanitaires :

Risque de fortes concentrations de germes et de spores dans l'air à la hauteur de la prise en charge et du traitement mécanique. Se prémunir contre le risque en prenant les dispositions techniques nécessaires et en portant les protecteurs personnels (aspiration, masque facial).

¹³ Proportion faible et uniquement en association avec d'autres matériaux organiques pour certaines catégories de papier.

¹⁴ Uniquement les déchets de bois qui n'ont pas subi de traitement de préparation ; le traitement de mise en valeur est préférable pour ce type de déchets.

Mécanismes de financement appropriés :

Le financement est assuré par prélèvement d'une taxe à la réception des déchets ou d'une taxe spéciale sur le ramassage (conteneurs biologiques). Il est aussi possible d'intégrer le financement des coûts dans la taxe de prise en charge ou dans la taxe de base sur le ramassage des déchets résiduels ou par un forfait sur les déchets.

INFLUENCE DES FACTEURS EXTERIEURS SUR LES POSSIBILITES ET LES TYPES D'APPLICATION :**Infrastructures :**

En principe, les installations de compostage peuvent prendre place n'importe où ; on préférera toutefois les sites proches des points de collecte des déchets et bien desservis par les voies de circulation et de transport pour faciliter la distribution du compost. Un éloignement minimal sera observé par rapport à l'habitat, comme pour la plupart des installations de traitement des déchets organiques, afin de prévenir la nuisance par les odeurs et les animaux prédateurs.

Conditions climatiques :

Compte tenu de la diversité des techniques (à l'air libre et sous abri), les installations peuvent prendre place sous toutes les latitudes. On tiendra compte du fait que les installations à ciel ouvert provoquent une évaporation intense qu'en climat chaud et que les basses températures peuvent freiner la dégradation biologique. On remédiera à ces inconvénients en utilisant des couvertures appropriées (par exemple un film de type membrane). Dans les régions exposées à une forte pluviosité ou à de fortes précipitations saisonnières, les aires de compostage devront être couvertes afin d'empêcher la stagnation de l'eau sous les andains.

Main-d'œuvre nécessaire :

Le compostage des déchets ouvre la perspective de nombreux emplois pour les personnels sans qualification et de qualification supérieure. Les procédés complexes (par exemple le compostage en tunnel) nécessitent l'intervention d'un personnel de gestion et de contrôle qualifié.

DÉTAILS TECHNIQUES**APERÇU GÉNÉRAL****DESCRIPTION
BRÈVE**

Le compostage est un procédé aérobique qui, sous conditions définies, transforme l'oxygène et les matériaux organiques en CO₂, en eau et en humus. L'absorption d'oxygène est la plus forte pendant la première phase et diminue ensuite progressivement pendant tout le reste de la transformation. La dégradation biologique entraîne au début du processus (phase de digestion principale) une élévation automatique de la température qui monte (jusqu'à environ 65 à 75°C), provoquant la déshydratation et la stérilisation du matériau, après quoi la température redescend. Il existe plusieurs procédés de compostage : les techniques simples de compostage en andain à ciel ouvert, jusqu'aux techniques sophistiquées à commande exacte du procédé en cycle fermé, comme pour le compostage en tunnel.

**CONDITIONS
GÉNÉRALES**

Le matériau brut doit présenter les caractéristiques suivantes afin de pouvoir donner un bon compost :

- Le matériau brut doit avoir été collecté séparément et ne présenter aucune substance parasite.
- Dans le meilleur des cas, il présente une structure permettant une bonne ventilation, un
- Rapport C/N de 20:1 jusqu'à 40:1 et une humidité suffisante ainsi qu'une
- Teneur en eau de 50 à 60 %.

Un taux C/N compris dans une plage de 25:1–30:1 constitue un optimum pour un compostage rapide mais il est aussi possible de travailler avec des taux C/N plus élevés. Il est nécessaire de s'assurer que le matériau brut n'est pas contaminé par de fortes charges d'azote du fait que l'azote lié dans les matériaux organiques est transformé en ammonium presque intégralement par dégradation microbiologique. A un ph > 7, les fortes concentrations d'ammonium entraînent une émission intempestive d'ammoniac. Pendant toute la durée du compostage, soit 2 semaines, la température doit être maintenue à au moins 55 °C ou à 65 °C (60 °C dans les installations sous abri) pendant une semaine pour tuer les agents pathogènes et dénaturer les graines de mauvaises herbes. L'eau industrielle provenant du compostage doit être traitée de manière appropriée (par exemple conformément aux spécifications de la Directive 91/271/CEE) avant d'être rejetée dans les eaux de surface.




RÉSULTATS ATTENDUS	<ul style="list-style-type: none"> - A la sortie : Compost, résidus et substances indésirables et eau industrielle - Afin qu'il soit stable et sécurisé, le compost arrivé à maturation doit présenter les caractéristiques suivantes : <ul style="list-style-type: none"> - Rapport C/N nettement < 25 pour les utilisations agricoles. - Pas de remontée de la température supérieure à 20 °C. - Réduction de volume d'au moins 60% par rapport au matériau brut. - Faible teneur en métaux lourds, conformément aux spécifications internationales. 	
AVANTAGES PARTICULIERS	<ul style="list-style-type: none"> - Obtention d'un produit rare en de nombreux endroits et fortement sollicité. - Possibilité de mettre en valeur une part importante des déchets, d'où une réduction des quantités dirigées vers les décharges et le traitement, c'est-à-dire une réduction de la pollution et des coûts. - Simplicité relative de la conduite de procédé et sécurité de fonctionnement élevée. - Investissement relativement faible. - Technologie répandue et bien tolérée par les populations riveraines. 	
INCONVÉNIENTS SPÉCIFIQUES	<ul style="list-style-type: none"> - Rend nécessaire un ramassage séparé des déchets biologiques. - Demande de grandes surfaces et un investissement temps conséquent. - Le compost de qualité médiocre peut difficilement s'écouler. - Le compostage peut provoquer une nuisance temporaire par l'odeur. - Seules les fractions organiques des déchets des habitations peuvent être traitées. 	
DETAIL DES APPLICATIONS		
PROCÉDURES TECHNIQUES	<p>Le compostage est réalisé par la dégradation organique et comporte le risque de voir les polluants présents dans composants se retrouver dans le produit à la sortie. Il est donc nécessaire de réaliser un ramassage séparé, si possible sans substances indésirables. Un traitement mécanique primaire avant compostage peut améliorer le matériau brut mais n'est pas de nature à donner directement un produit brut satisfaisant aux spécifications. Le traitement mécanique peut être :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Séparation des corps étrangers et des impuretés. - Concassage. - Séparation des métaux. <p>Le traitement mécanique primaire est le même que pour le traitement mécanique et biologique des déchets auquel nous renvoyons (voir la fiche technique « Traitement mécanique et biologique des déchets »). Le traitement mécanique primaire est propre à donner un rapport C/N optimal, une structure du matériau brut propice pour le compostage par la combinaison des déchets organiques de nature diverse. Par exemple : les feuilles mortes (teneur en carbone élevée, peu d'azote) peuvent être mélangées aux restes d'aliments (taux d'azote élevé), de manière à réduire à un minimum les émissions d'ammonium dès le début du traitement par digesteur.</p> <p>Il existe deux grands types de compostage :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le compostage à ciel ouvert, en andain. - Les systèmes à cycle fermé. 	
Tableau 3: Avantages et inconvénients des systèmes de compostage à l'air libre et des systèmes fermés		
	Systèmes à l'air libre	Systèmes fermés
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> - Investissement très modéré - Frais d'exploitation limités 	<ul style="list-style-type: none"> - Conduite de procédé optimale - Maîtrise des émissions - Passage rapide au digesteur
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> - Nuisance par l'odeur - Passage lent en phase digesteur - En l'absence de mesures d'appoint, dépend fortement des conditions climatiques (température, humidité de l'air) 	<ul style="list-style-type: none"> - Investissement nettement plus élevé

SUITE
PROCÉDURES
TECHNIQUES

Compostage à l'air libre, en andain

En général, la dépose en andain est effectuée avec une ou un chargeur sur roue pour obtenir une hauteur de 1,80 m à 3,00 m. Les andains peuvent être triangulaires, trapézoïdaux ou rectangulaires. Le passage en phase de digesteur dure en moyenne env. 10 à 60 semaines. Il existe plusieurs possibilités de compostage à l'air libre, en andain :

Tableau 4: Possibilités de compostage à l'air libre, en andain

Procédé statique		Procédé dynamique
Ventilation passive	Ventilation active	
		
Ventilation par échauffement du matériau (effet cheminée)	Ventilation par tubes et soufflante	Ventilation par manutention réitérée du matériau

Le matériau brut pour la constitution d'andain à ventilation active devrait avoir une granulométrie moyenne de 1 cm, contre 5 cm pour les tas en andains de matériau à ventilation passive.

Figure 9: Exemple d'une ventilation active par procédé dynamique avec manutention (Source : Intecus)

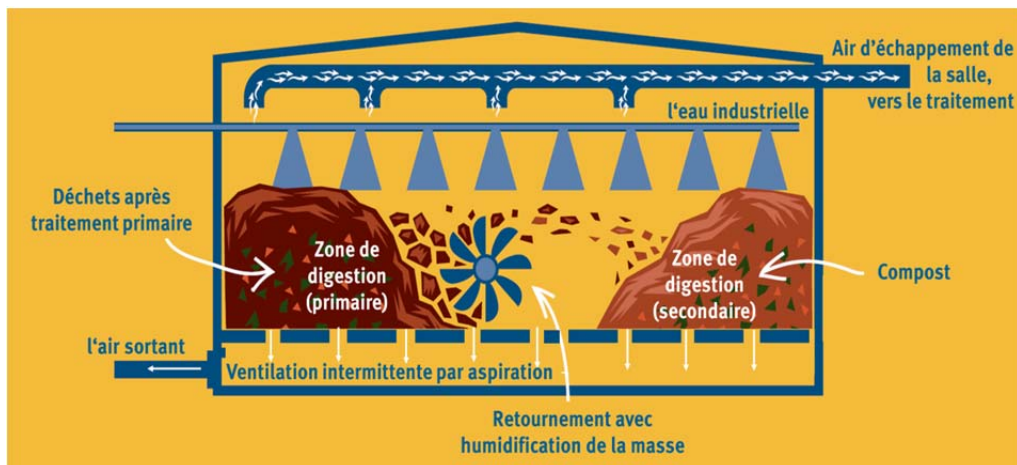


Systèmes fermés

Sur les systèmes fermés, le compostage est effectué sous enveloppe permettant un meilleur contrôle et la régulation de la conduite de procédé, d'où une réduction de la durée de passage en phase de digesteur et une meilleure qualité du produit final. Les installations les plus courantes sont les suivantes :

- **Compostage en salle / andain tabulaire**

Figure 10: Schéma du compostage en salle par andain tabulaire (Disposition des composants selon Linde KCA)

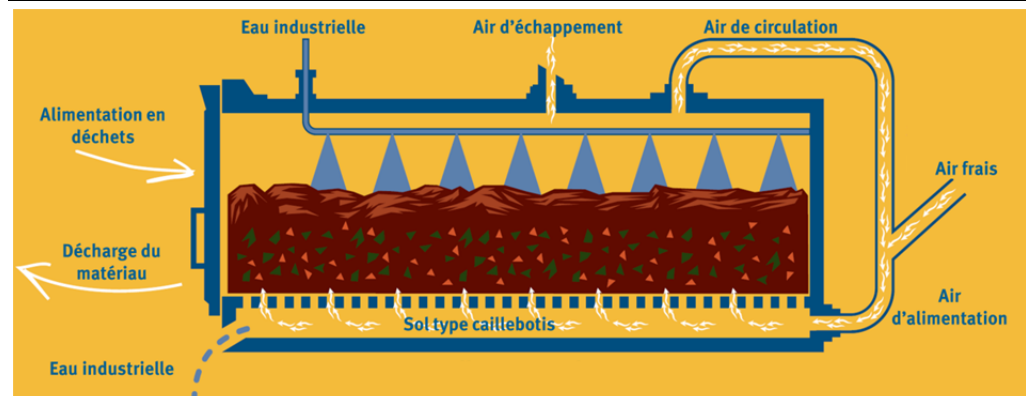


Le compostage en salle est réalisé principalement par traitement d'andains tabulaires à l'air libre, sous injection continue d'eau par aspersion ou injection discontinue, uniquement en phase de trempage. L'air au niveau des andains est aspiré pour être collecté et traité sur filtres biologiques.

- Tunnel de traitement

Le procédé est le même que pour le compostage en salle. Le lit de matériau passe dans un tunnel à fond coulissant, imprimant un mouvement incessant au matériau, sous ventilation et humidification. La ventilation a lieu par les perforations du sol, le taux d'eau du lit de matériau peut être commandé par une irrigation. L'air de procédé peut être collecté et traité.

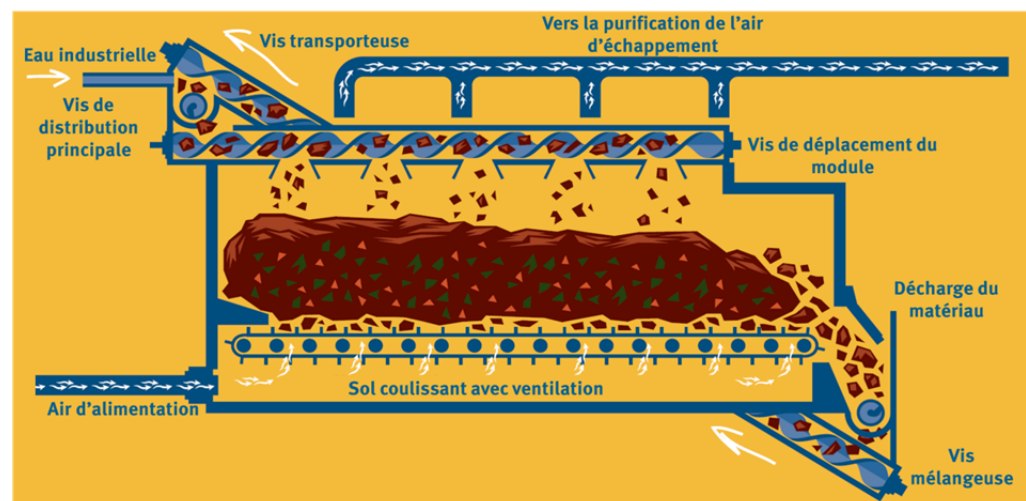
Figure 11: Schéma du tunnel de traitement (Disposition des composants selon Linde KCA)



- Conteneur de compostage

Le système fonctionne par chargement sur sol fixe ou mobile. La ventilation a lieu par les perforations du sol ; l'air est aspiré dans la partie supérieure pour être ensuite dirigé vers le traitement. Comme pour le compostage en tunnel, la phase active de digestion est terminée 8 à 10 jours.

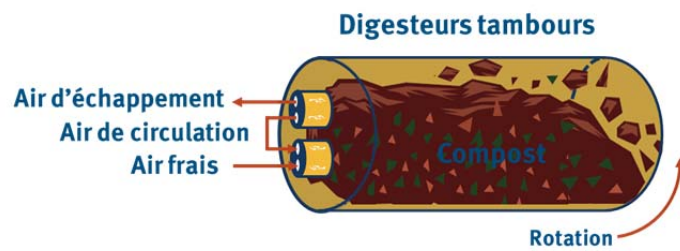
Figure 12: Schéma des conteneurs de compostage (Disposition des composants selon Linde KCA)



- Digesteurs tambours

Il s'agit de grands fûts perforés ou de tambours qu'il suffit de tourner. Ils sont particulièrement bien adaptés pour la préparation du matériau du fait qu'ils donnent une excellente homogénéisation et une grande solidarité mécanique. Les pièces constamment en mouvement sont soumises à une usure rapide. Les tambours sont de confection et de manipulation simple et nécessitent une durée de passage relativement réduite. Ce système est particulièrement recommandé pour les installations fonctionnant avec peu de personnel qualifié et pour des quantités réduites.

Figure 13: Schéma d'un digesteur tambour



Il est fréquent que l'on combine le compostage à l'air libre et en circuit fermé. La meilleure solution d'une phase de digestion intensive consiste à réaliser un premier traitement en circuit fermé, après quoi une digestion à l'air libre suffit.

COURANTS ET QUANTITÉS DE MATERIAU	<ul style="list-style-type: none"> - Matériaux bruts : - 100 % de déchets biologiques. - Matériau à la sortie : - 10 à 20 % du matériau brut sous forme de résidu de criblage. - 35 à 40 % de compost proprement dit. (le reste, soit 40 à 55 % disparaît par dégradation, évaporation de l'eau et émissions gazeuses).¹⁵
DOMAINE D'APPLICATION	<p>Les installations ont une capacité se situant entre 300 Mg/a et 100.000 Mg/a, avec une moyenne de 3.000 à 10.000 Mg/a dans la plupart des cas. Le compostage en tunnel dure en général plus longtemps que le compostage en conteneur. Le compostage en tunnel devient rentable à partir d'un rendement de 3.000 t/a. Les conteneurs digesteurs ont chacun une capacité de 50 à 250 m³, les tambours digesteurs à ventilation ont eux un volume utile de 20 à 150 m³.</p>
LIENS ET POSSIBILITÉS DE COMBINAISON AVEC D'AUTRES TECHNIQUES	<p>Le compostage peut constituer une étape avant la décharge des déchets. Il est une partie intégrante du traitement mécanique biologique des déchets résiduels (voir la fiche technique « <u>Traitement mécanique et biologique des déchets</u> »). Il est toutefois préférable de l'intégrer dans un schéma complet de traitement des déchets, à partir du ramassage séparé et comportant les différentes phases de traitement et de recyclage. Un compost utilisé comme engrais ne peut être généré qu'à partir des déchets biologiques collectés séparément.</p>
GRANDS REPÈRES POUR LES APPLICATIONS : UTILISATION DES RESSOURCES	
BILAN ÉNERGÉTIQUE	<ul style="list-style-type: none"> - Les digesteurs de grande intensité consomment en moyenne 15 à 65 kWh/t, la plus grande partie étant constituée par le traitement mécanique, avec environ 10 kWh/t. Les opérations proprement mécaniques sont les plus dévoreuses d'énergie, avec une consommation oscillant de 2 à 15 kWh/t en fonction du traitement préalable. - La dégradation aérobie donne 0,6–0,8 g d'eau et 25,1 kJ d'énergie thermique par gramme de substance organique.
ÉMISSION DE CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> - Le passage au digesteur dégage de grandes quantités de CO₂ et d'autres gaz (gaz de serre). A la différence de la calcination et de la décharge sans traitement des déchets organiques, le compostage au digesteur lie de grandes quantités de carbone dans le substrat et ne les restitue pas immédiatement à l'atmosphère.

¹⁵ LUBW (Office bade-wurtembergeois pour la protection de l'environnement, les mesures et la protection de la nature) : Installations de compostage pour le traitement des déchets biologiques et verts communaux - Relevé des installations du Bade-Wurtemberg, juillet 2015

AUXILIAIRES OU AUTRES CONSOMMABLES NÉCESSAIRES	- Aucun additif spécial.
DEMANDE EN MAIN-D'ŒUVRE	- La demande de main-d'œuvre dépend fortement de la capacité des installations. La moyenne en Allemagne se situe à 10 personnes (1 conducteur d'installation, 6 à 8 personnes pour le traitement et l'entretien, 1 personne pour la réception des déchets et la vente du compost). Le traitement primaire mécanique, surtout s'il est accompagné d'un tri manuel, demande un supplément de main-d'œuvre.
ENCOMBREMENT AU SOL	<p>- La surface nécessaire pour les installations de compostage intensif est d'environ 0,2 à 0,3 m²/t*a. Les surfaces nécessitées par les systèmes à l'air libre sont nettement plus élevées, en fonction de la hauteur, de la géométrie des andains et de la technique de retournement. Par exemple, la surface nécessaire pour un andain triangulaire de 3 m de largeur au pied est de 1,40 m²/m³. Sans intervention d'appareils de retournement automatique, la surface peut diminuer à 1 m²/m³. La surface nécessaire pour un andain trapézoïdal d'une hauteur de 3 m et d'une largeur pied de 10 m est d'env. 0.45 m²/m³. La technique de compostage et la géométrie des andains dépendent bien souvent de la surface disponible. La surface d'exploitation totale peut être calculée comme suit :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 5% aire de réception des matériaux - 10% surface de stockage du compost - 10% stockage transitoire et autres surfaces de manutention - 75% surface de digesteur (dont 40% libre pour les opérations de manutention technique).
TRAITEMENT ULTERIEUR	- Un traitement est nécessaire pour les résidus de criblage et l'eau d'infiltration.
GRANDS REPÈRES POUR LES APPLICATIONS : COÛTS	
INVESTISSEMENT	<p>L'investissement est constitué principalement par les postes suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Viabilisation du terrain, en fonction des conditions sur le site, de la taille de l'exploitation et de la technique industrielle utilisée. <p>En outre, l'investissement minimum est induit par (niveau des prix de 2008) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pièces : 70 à 100 EUR/Mg*a - Équipement de machines : 110 à 140 EUR/Mg*a <p>(Pour un appareil de retournement, il faut compter 2.000 EUR et plus.)</p>
COÛTS D'EXPLOITATION	<p>Les coûts d'exploitation sont induits par :</p> <ul style="list-style-type: none"> - assurances, consommation de carburant, d'électricité etc. - Les réparations et l'entretien. <ul style="list-style-type: none"> - Constructions : env. 1 % de l'investissement. - Machines et équipements électrotechniques : env. 3 à 4 % de l'investissement - Appareils de manutention : 8 à 15 % de l'investissement - Personnel (coût tributaire du marché du travail local). - Compostage à ciel ouvert = 35 EUR/Mg (www.kompost.de) - Compostage fermé = 65 EUR/Mg (www.kompost.de)¹⁶
RECETTES POSSIBLES	- Vente du compost.

¹⁶ H&K actuel 03/10, p. 1-4

COÛT TOTAL RAPPORTÉ AU POIDS	<ul style="list-style-type: none"> - De l'ordre 30 à 70 EUR/Mg, - le compostage des déchets biologiques de ménages est plus élevé (50 à 70 EUR/Mg) par rapport aux déchets verts (30 à 50 EUR/Mg). - Contrairement à la plupart des autres techniques de traitement des déchets, l'accroissement du rendement n'entraîne pas de réduction sensible des coûts rapportés au poids du fait que les coûts d'exploitation augmentent dans les mêmes proportions que les quantités traitées. 												
AUTRES ASPECTS IMPLIQUÉS													
	Les normes internationales sur le compost, par exemple celles de European Compostnetwork ECN ou en Allemagne celles de Bundesgütegemeinschaft Kompost (Organisme allemand qualité du compost – BGK) constituent une référence obligatoire pour le compostage.												
AUTRES DÉTAILS													
APERÇU SUR LE MARCHÉ													
APPLICATIONS DE RÉFÉRENCE	<p>Le compostage est pratiqué dans le monde entier. En 2010, l'Allemagne comptait 915 installations de compostage. Les méthodes utilisées pour digestion principale des déchets étaient les suivantes :</p> <p>Tableau 5: Méthodes de compostage utilisées en Allemagne en pourcentage (UBA : Manuel du traitement des biodéchets)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr style="background-color: #cccccc;"> <th>Conteneur</th> <th>Tunnel</th> <th>Andain tabulaire</th> <th>Andain triangulaire</th> <th>Semi-perméable Bâche</th> <th>Autres</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>13 %</td> <td>9 %</td> <td>40 %</td> <td>26 %</td> <td>4 %</td> <td>8 %</td> </tr> </tbody> </table> <p>Exemples d'exploitations :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Humuswirtschaft Kaditz GmbH, Dresde www.humuswirtschaft.de - Kompostwerk Hellefelder Höhe GmbH, Sundern www.kompostwerk-online.de - Kompostwerk Olpe GmbH, Olpe www.oez-olpe.de 	Conteneur	Tunnel	Andain tabulaire	Andain triangulaire	Semi-perméable Bâche	Autres	13 %	9 %	40 %	26 %	4 %	8 %
Conteneur	Tunnel	Andain tabulaire	Andain triangulaire	Semi-perméable Bâche	Autres								
13 %	9 %	40 %	26 %	4 %	8 %								
FABRICANTS ET OPERATEURS ATTESTÉS <i>(Important : La liste d'établissements qui suit n'est nullement exhaustive.)</i>	<p>Sélection de fabricants pour les composants et les installations complètes de compostage des déchets :</p> <p><u>Technique de manutention, criblage, concasseurs, purification de l'air :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Komptech Vertriebsgesellschaft Deutschland mbH, Oelde www.komptech.de - BACKHUS GmbH, Wardenburg www.eggersmann-recyclingtechnology.com/backhus - Doppstadt GmbH, Calbe www.doppstadt.com - Jenz GmbH, Petershagen www.jenz.de - Biosal Anlagenbau GmbH, Bad Lausick www.biosal.de - EuRec Technology Sales & Distribution GmbH, Merkers www.eurec-technology.com - J.Willibald GmbH, Wald-Sentehart www.willibald-gmbh.de <p><u>Installations complètes :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Strabag Umwelthanlagen GmbH (anciennement Linde-KCA, Dresden) www.strabag-umwelthanlagen.com - Komptech Vertriebsgesellschaft Deutschland mbH, Oelde www.komptech.de - www.komptech.de 												

REMARQUES ET AUTRE DOCUMENTATION DE RÉFÉRENCE

Organismes et centres d'informations détaillées sur la fabrication de compost à partir de déchets possédant le label qualité et sur les utilisations du compost :

- Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. www.kompost.de
- Arbeitskreis für die Nutzbarmachung von Siedlungsabfälle
(Groupe de travail pour l'utilisation des déchets des agglomérations) www.ans-ev.de
- Verbände der Humus- und Erdenwirtschaft (professionnelles humus et terres) www.vhe.de
- European Compost Network ECN www.compostnetwork.info

FERMENTATION ANAEROBIE

DOMAINE D'APPLICATION ET UTILISATIONS

- Traitement des déchets organiques de forte DCO et des boues de décantation des eaux résiduaires
- Réduction de la fraction organique dégradable et la réactivité des déchets mentionnés
- Recyclage de l'énergie en provenance des déchets

CARACTÉRISTIQUE DU CADRE GÉNÉRAL DE L'APPLICATION

APPLICABLE NOTAMMENT AUX TYPES DE DÉCHETS SUIVANTS

Verre usagé		Emballages légers		Déchets alimentaires et épilures	X
Papier et carton		Ordures ménagères composites	X ¹⁷	Déchets encombrants	
Lampes usagées		Textiles usagés		Déchets d'équipements électriques et électroniques	
Ferraille		Bois usagés		Déchets de construction et gravats	
Huiles de vidange		Peintures et vernis usagés		Pneumatiques usés	
Déchets dangereux					
Déchets de fabrication et spécifiques de certaines activités	X	Déchets ramassés séparément, par exemple les déchets de restaurants, les déchets alimentaires des activités industrielles et commerciales, les déchets provenant de la séparation des lipides, les déchets de l'agriculture, le lisier, les déchets d'abattoirs, les déchets d'équarrissage (après stérilisation sous pression), les déchets des marchés.			
Autres types de déchets	X	Boues d'épuration, boues biologiques provenant d'un traitement aérobie, substances organiques			

CARACTÉRISTIQUES ET SPÉCIFICATIONS SPÉCIALES POUR L'UTILISATION :

Nécessité d'un traitement préliminaire :

Ramassage séparé des déchets. Si ***nécessaire***, les déchets seront concassés pour obtenir la granulométrie optimale pour le traitement. Une stérilisation de certains déchets (par exemple ceux des abattoirs) peut s'avérer nécessaire avant la fermentation.

Possibilité d'utilisation du matériau à la sortie :

Les restes de fermentation sont soumis à un traitement de déshydratation et ceux résultant des déchets biologiques peuvent être dirigés ensuite vers une stérilisation/un compostage pour une utilisation ultérieure. L'épandage direct de ces restes de fermentation sur champs est autorisé dans certaines conditions, et de façon générale dans certains pays. Dans d'autres cas, les restes de fermentation séchés sont exploités énergétiquement.

Possibilités d'élimination et de stockage du matériau à la sortie :

Les restes de la fermentation tels que les films de filtration sont justiciables d'autres techniques (par exemple le traitement thermique).

Nécessité d'un traitement ultérieur : La fraction liquide des restes de fermentation contient des concentrations de particules résiduelles et tous les composants solubles, de sorte qu'il est souvent nécessaire de procéder à un traitement ultérieur, par exemple en remettant ceux-ci dans une installation de traitement des eaux usées locale.

Protection particulière :

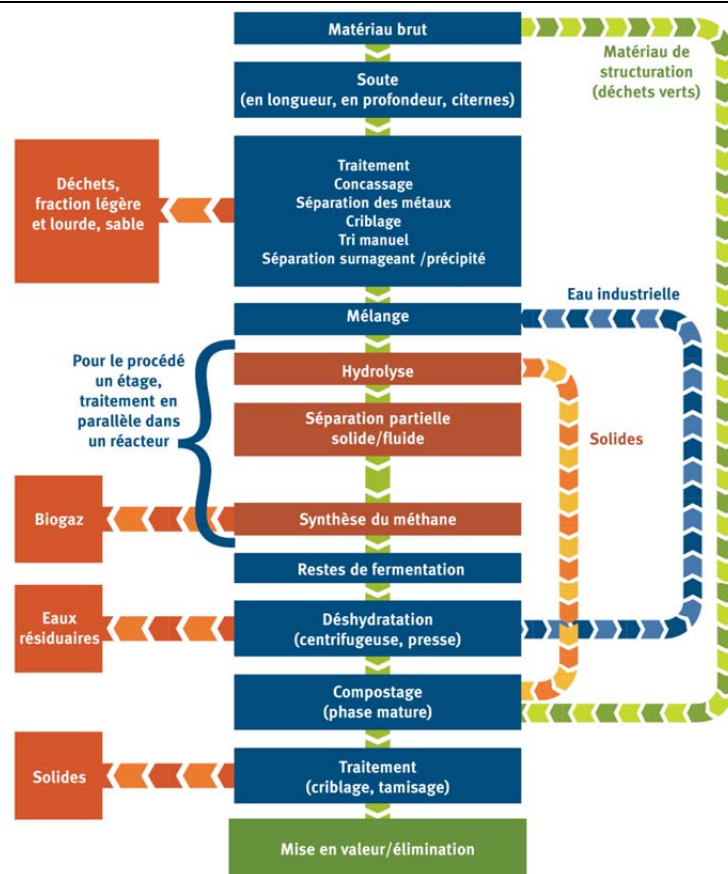
L'air d'échappement en provenance de la fermentation (en particulier à la hauteur de la prise en charge et du traitement mécanique) sera collecté et traité ou bien on prendra les dispositions techniques nécessaires pour prévenir ou réduire les émissions (en particulier nauséabondes).

¹⁷ En particulier pour la fraction fine riche en composants organiques.

<p>Risques sanitaires spéciaux : Risque de fortes concentrations de germes et de spores dans l'air à la hauteur de la prise en charge et du traitement mécanique. Se prémunir contre le risque en prenant les dispositions techniques nécessaires et en portant les protecteurs personnels (masque facial).</p> <p>Mécanismes de financement appropriés : Le financement est assuré par prélèvement d'une taxe à la réception des déchets ou d'une taxe spéciale sur le ramassage (conteneurs biologiques). Il est aussi possible d'intégrer le financement des coûts dans la taxe de prise en charge ou la taxe de base sur le ramassage des déchets résiduels ou par un forfait sur les déchets. L'énergie ou le courant produit constitue une source de revenus lors de sa réinjection dans le réseau ; elle contribue à couvrir les besoins en énergie et donc à réduire les coûts d'exploitation.</p>	
INFLUENCE DES FACTEURS EXTÉRIEURS SUR LES POSSIBILITÉS ET LES TYPES D'APPLICATION :	
<p>Infrastructures : Les installations de fermentation des déchets seront implantées si possible dans des sites parfaitement viabilisés, raccordés au réseau électrique, aussi proches que possible des points de ramassage. Pour la plupart des installations Pour la plupart des installations, il est possible de réduire l'éloignement par rapport aux sites d'habitation</p> <p>Conditions climatiques : Aucune limitation ; dans les zones de climat froid, les réacteurs seront calorifugés et chauffés (surtout s'ils font intervenir des procédures thermiques). Cette technologie n'est <i>pas</i> recommandée dans les régions présentant un net déficit des précipitations !</p>	
DÉTAILS TECHNIQUES	
APERÇU GÉNÉRAL	
DESCRIPTION BRÈVE	La fermentation anaérobie consiste à réduire les composants des déchets organiques par intervention de bactéries dans un milieu privé d'oxygène pour donner au cours des différents stades de dégradation le méthane, l'oxyde de carbone et l'eau. Les objectifs fondamentaux sont de réduire l'activité biologique et le potentiel de réaction des déchets et de produire du biogaz pouvant être utilisé comme ressource énergétique.
SPECIFICATIONS DE BASE	<ul style="list-style-type: none"> - Proportions équilibrées de substances actives dans les déchets pour donner un taux de méthane suffisant. - Forte teneur en humidité. - Absence de substances parasites pour le milieu et la fermentation proprement dite.
RESULTATS ATTENDUS	<ul style="list-style-type: none"> - Gaz de fermentation pour la production d'énergie. <p><u><i>Pour la fermentation des déchets biologiques :</i></u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Restes nécessitant un traitement ultérieur, en général le compostage, donnant un produit utile dans l'agriculture et pouvant être commercialisé (50 à 300 kg de matière sèche / t de matériau brut). <p><u><i>Pour le traitement anaérobie des déchets résiduels ou des boues d'épuration</i></u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Réduction substantielle de la quantité résiduelle par rapport au matériau brut, entraînant aussi la réduction de l'activité biologique et pouvant être stockée après un traitement ultérieur (digestion à l'air libre). <p><u><i>Pour le traitement anaérobie des eaux résiduelles</i></u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Faibles quantités de boues excédentaires, pouvant être utilisées sous forme liquide après déshydratation ou dirigées vers une installation de traitement des eaux usées (100–600 l/ t de matériau brut)
AVANTAGES SPECIFIQUES	<ul style="list-style-type: none"> - Les déchets secs et humides peuvent être traités. - Le biogaz produit peut être utilisé pour la production d'électricité et de chaleur et pour couvrir les besoins énergétiques ou générer des bénéfices. - Les produits dérivés peuvent être utilisés sous forme liquide ou solide. - Les installations de traitement ont un encombrement relativement faible. - Le potentiel d'émissions et les quantités de déchets mises en décharge ou incinérées diminuent et réduisent ainsi également les émissions de ces installations.

<p>INCONVÉNIENTS SPÉCIFIQUES</p>	<ul style="list-style-type: none"> - La technologie est complexe, les coûts de construction et d'exploitation varient en fonction des installations. - Il peut en résulter une demande en eau supplémentaire. - Il n'est pas possible de dégrader la lignine et la cellulose, ce qui réduit l'efficacité du procédé, par exemple pour une matière de départ en bois. - Le processus de fermentation est sensible et requiert un contrôle permanent, c'est-à-dire qu'un savoir-faire conséquent du personnel et des exploitants est nécessaire pour assurer le fonctionnement efficace des installations et pouvoir réagir rapidement aux modifications intervenant dans le processus biologique et éviter que celui-ci ne s'interrompe. - Notamment le post-traitement, le stockage et la valorisation des résidus de fermentation peuvent être une source dans des émissions substantielles, de méthane, d'ammoniac et d'odeurs par exemple.
<p>DETAIL DES APPLICATIONS</p>	
<p>PROCÉDURES TECHNIQUES</p>	<p>Les principaux éléments techniques du procédé sont la nature du contact des déchets avec les microorganismes, la composition et la teneur en humidité du matériau brut (liquide, pâteux, solide), la nature et le degré de dégradation. Le traitement anaérobie inclut en général les étapes suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Traitement préliminaire <p>Par principe, il est <i>plus facile de traiter</i> les déchets organiques des agglomérations lorsqu'ils sont séparés. Un tri s'impose toutefois pour séparer les substances indésirables (plastiques, métaux, déchets encombrants), séparation pouvant être effectuée par voie humide ou sèche. Le matériau passe ensuite au concasseur pour donner un substrat homogène facilitant la fermentation et la maîtrise de la procédure. Pour la séparation et le concassage, on utilise les équipements courants en traitement mécanique et biologique des déchets (voir la fiche technique « <u>Traitement mécanique et biologique des déchets</u> »).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fermentation <p>Il existe plusieurs techniques efficaces de fermentation. Les principales différences s'établissent au niveau de la température de conduite du procédé et du taux de substances sèches dans le matériau brut.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les installations de digestion thermophile fonctionnent à une température de 55 °C (50 à 65 °C), - Les installations anaérobies mésophiles à une température de 35 °C (20 à 45 °C). - Le taux des substances sèches en fermentation sèche s'établit à ~ 20 à 40 %, - contre 5 à 20 % pour l'installation de digestion par voie humide. <p>Par principe, la fermentation est d'autant plus rapide que la température est élevée. Les procédés thermophiles sont difficiles à contrôler et nécessitent une injection énergétique plus élevée (consommation propre de gaz de fermentation) pour que la température soit maintenue au niveau nécessaire. Les procédés de fermentation à sec ne comportent en général qu'un seul étage. Les systèmes à un étage sont plus résistants que les systèmes à plusieurs étages de conduite de procédé mais la production de gaz de fermentation est plus réduite. Le schéma 1 donne le principe de fonctionnement des systèmes à un ou deux étages :</p>

Figure 14 : Principe de fonctionnement des systèmes à un ou deux étages



Nous présentons ci-dessous brièvement les principales caractéristiques des différents procédés :

- Procédé par voie humide à un étage

Les déchets solides sont trempés à l'eau industrielle (suspension d'une teneur en matière sèche jusqu'à ~ 15 %) et sont ensuite injectés dans le réacteur. Ce procédé traite exclusivement la fraction des déchets d'agglomération riches en substances organiques mais peut aussi être utilisé pour la fermentation accompagnée des suspensions liquides, par exemple le lisier et les boues industrielles, en particulier celles qui proviennent des productions alimentaires. Par suite de la teneur élevée en solides de la suspension, une séparation se produit entre un surnageant et les substances qui sédimentent, à savoir les substances légères et les substances lourdes. La couche en suspension enrichie de nombreuses substances parasites est injectée dans un réacteur un étage en conditions mésophiles (37 à 40 °C) où elle séjourne pendant 15 à 20 jours. Le gaz de fermentation ainsi obtenu a une teneur en méthane de 65 %. Le substrat est mélangé par injection de gaz de fermentation ou au malaxeur. Les déchets fermentés sont prélevés, soumis à un traitement de stérilisation à 70 °C et déshydratés à un taux de 50 % de matière sèche. L'eau ainsi prélevée est réinjectée dans le cycle de production.

- Procédé par voie humide à plusieurs étages

Les déchets trempés fermentent sous l'action de microorganismes provoquant des réactions d'hydrolyse ou de fermentation, donnant des acides gras volatils qui se transforment ensuite pour la plus grande partie en gaz de fermentation. L'hydrolyse et la transformation en méthane ont lieu l'une après l'autre dans deux réacteurs. Le procédé s'applique aux déchets d'agglomération riches en substances organiques, aux déchets organiques humides provenant de la restauration collective et des productions alimentaires. Le procédé à plusieurs étages est plus sensible aux incidents que le procédé à un étage mais le gain en gaz de fermentation est plus élevé. Le schéma suivant montre une configuration possible de la fermentation par voie humide

Figure 15: Schéma du procédé de fermentation par voie humide à plusieurs étapes (Disposition des composants selon Linde-KCA)

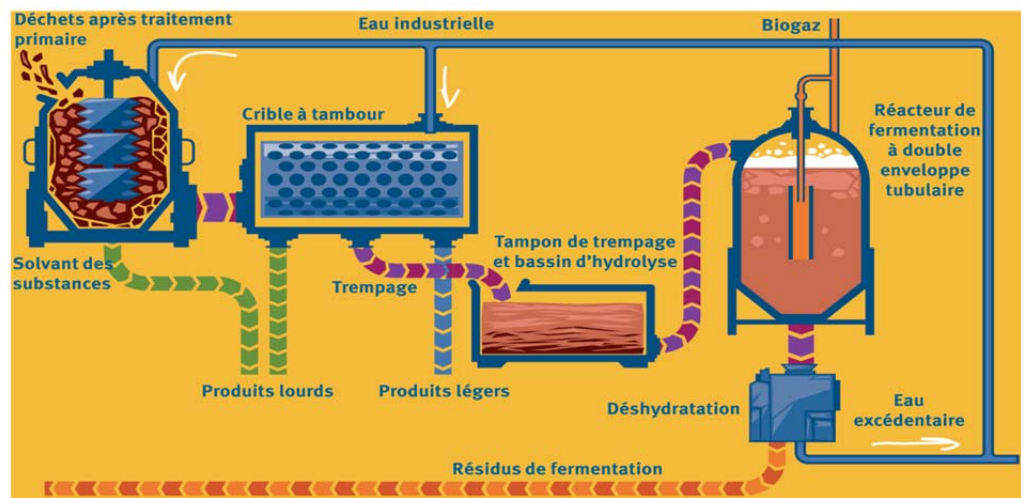


Figure 16: Vue sur les composants principaux des installations de fermentation anaérobies par voie humide en Allemagne (à gauche : Cuve de fermentation, à droite : Ligne de traitement préliminaire, sources : Tim Hermann; Intecus)



- Fermentation par voie sèche

La fermentation consiste à mélanger les déchets avec l'eau industrielle ou la boue afin d'obtenir le taux de matière sèche optimal de 30 à 35 %, sous conditions mésophiles ou thermophiles. Les substances indésirables contenues dans les déchets biologiques doivent être séparées si possible avant le processus de fermentation. Une seconde séparation des substances indésirables peut avoir lieu à la fin du traitement. La durée de passage se situe entre 12 et 20 jours. Le résidu de fermentation est déshydraté à un taux de matières sèches d'environ 50%. L'eau obtenue est réinjectée dans le cycle de production tandis que les résidus solides sont soumis à un traitement aérobie.

- Procédé continu par voie sèche

Le réacteur de fermentation est alimenté continuellement en matériau concassé et homogénéisé (20 à 40 % de matière sèche). Il existe deux techniques : par mélange ou par injection de bouchons. La fermentation thermophile donne dans les deux cas un meilleur rendement calorifique.

- Procédé discontinu par voie sèche (empilage)

Le procédé par empilage consiste à inoculer les déchets avec un agent en provenance d'un autre réacteur, après quoi les déchets fermentent naturellement.

- Procédé semi-discontinu par voie sèche

La principale caractéristique de ce procédé réside en ceci que l'on change l'eau industrielle lors du passage entre le réacteur primaire et le réacteur à empilage et que l'agent d'inoculation et les matériaux volatils sont prélevés sur le réacteur actif. Au terme de la fermentation, le réacteur actif est découplé et peut être ensuite utilisé comme réacteur primaire.

<p>COURANTS ET QUANTITÉS DE MATÉRIAU</p>	<ul style="list-style-type: none"> - La fermentation anaérobie donne du méthane moyennant un rendement théorique de 348 Nm³/t DCO. Le rendement en déchets biologiques de la fermentation anaérobie est 80 à 140 Nm³ par tonne de déchets biologiques. - La composition du biogaz dépend du matériau brut et représente : <ul style="list-style-type: none"> 50 à 75 % de méthane, 25 à 45 % d'oxyde de carbone 2 à 7 % d'eau 20 à 20.000 ppm d'hydrogène sulfuré. < 2 % d'azote < 2 % d'oxygène < 2 % d'hydrogène - Le bilan total peut s'établir comme suit ¹⁸: <ul style="list-style-type: none"> - <u>Matériau brut</u> : - 100 % de déchets biologiques composés de <ul style="list-style-type: none"> -65 % d'eau, -23 % de substances sèches organiques et -12 % de substances sèches inorganiques - <u>Matériau à la sortie</u> : <ul style="list-style-type: none"> -5 % de substances indésirables issues du traitement préliminaire et du traitement de matières grossières (sables, pierres, films etc.) -11 % de biogaz -29 % d'eaux usées -55 % de résidus après fermentation / rejet de la fermentation
<p>DOMAINE D'APPLI-CATION</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Les installations existantes ont une capacité de 500 à 210.000 de 500 à 80000 t/a de ma-tériau brut.
<p>LIENS ET POSSIBILITÉS DE COMBINAISON AVEC D'AUTRES TECHNIQUES</p>	<p>Il est conseillé :</p> <ul style="list-style-type: none"> - D'intégrer l'étape biologique de la fermentation dans une installation de traitement méca-nique et biologique des déchets résiduels (voir pour cela la fiche technique « <u>Traitement mécanique et biologique des déchets</u> ») ; - D'avoir pour la fermentation une installation de compostage en aval pour traiter les résidus de fermentation. Ces résidus peuvent être séparés en fractions liquides et solides ; la pre-mière peut être utilisée, selon la qualité, comme engrais liquide, tandis que la seconde peut se transformer en compost (voir la fiche technique « <u>Compostage des déchets biolo-giques</u> »). - Fermentation couplée à une installation de traitement des eaux usées ou à un système inté-gré d'épuration des eaux usées.
<p>GRANDS REPÈRES POUR LES APPLICATIONS : UTILISATION DES RESSOURCES</p>	
<p>BILAN ENERGETIQUE</p>	<p>En règle générale, le courant pour le fonctionnement de l'installation et la chaleur pour le chauffage des réacteurs et des bâtiments sont produits sur place par la combustion du biogaz dans un mo-teur à biogaz (centrale thermique en montage-bloc) et représentent 5% à env. 60% du total de l'énergie et de la chaleur générées (en fonction de la technique industrielle utilisée). Le tableau suivant indique la consommation d'électricité propre des différents procédés par tonne de matériau brut :</p>

¹⁸ Rosenwinkel, Kroiss, Dichtl, Seyfried, Weiland (Hrsg.) : *Traitement anaérobie des eaux usées, des boues et des résidus, récupération du biogaz* (3e édition), Springer Verlag, 2015, p. 726)

Tableau 6: Comparaison de la production et des besoins en électricité des différents procédés de fermentation anaérobie par rapport au matériau brut en digesteur (source : Rapport final du projet 03KB022 : Amélioration de l'efficacité énergétique dans la valorisation des résidus biogènes)

Variantes de procédé			Production d'électricité (kWh/t de déchets)	Demande d'électricité (kWh/t de déchets)
Par voie humide	1 étage	mésophile	235	71
		thermophile	310	71
	2 étages	mésophile	274	71
		thermophile	non indiqué	non indiqué
sec	continu	mésophile	241	48
		thermophile	271	48
	discontinu	mésophile	186	23
		thermophile	194	23

ÉMISSION DE CO₂

Le processus même est effectué en cycle fermé et il ne devrait pas y avoir de rejet dans l'atmosphère, à l'exception des échappements pendant l'alimentation et la décharge des réacteurs. Des études ont cependant identifié des émanations de méthane (pertes dues à des parties non étanches des installations) de jusqu'à 5 % du méthane produit.

Les retombées positives de la fermentation anaérobie sont les suivantes :

- Suppression des émissions de méthane par la décharge des déchets organiques non traités.
- Réduction des émissions par substitution énergétique et réduction de la consommation de combustibles fossiles.

AUXILIAIRES OU AUTRES CONSOMMABLES NÉCESSAIRES

- Eau : 50 à 200l/Mg de déchets.
- Eventuellement additifs :
Agents de floculation, par exemple le chlorure de fer.
Agents anti-moussants.
Agents de régulation du pH.

DEMANDE EN MAIN-D'ŒUVRE

- Un minimum de 3 employés est requis, selon la conception de l'installation et la technologie de fermentation. Personnel qualifié requis, en particulier pour la direction et la surveillance des processus.

ENCOMBREMENT AU SOL

Tableau 7: Surface nécessaire sans digestion à l'air libre pour les résidus de fermentation (données : UBA Textes 43/2010 : Coûts et avantages d'une valorisation optimisée des déchets biologiques en termes d'efficacité énergétique)

Taille des installations	20 000 t/a	40 000 t/a	Par t/a
Fermentation par voie humide	4500 à 5000 m ²	6000 à 8000 m ²	0,15 à 0,25 m ²
Fermentation sèche continue	4000 à 5500 m ²	5000 à 6000 m ²	0,125 à 0,275 m ²
Fermentation sèche discontinue	2500 à 3000 m ²	5000 m ²	0,125 à 0,2 m ²

TRAITEMENT ULTERIEUR

- Le traitement ultérieur des résidus de fermentation est réalisé dans les décharges. Toutefois, il est possible d'utiliser les résidus du criblage et de la fermentation pour le compostage ou d'autres types de traitement.

GRANDS REPÈRES POUR LES APPLICATIONS : COÛTS					
INVESTISSEMENT	Tableau 8: Investissement (données : UBA Textes 43/2010 : <u>Coûts et avantages d'une valorisation optimisée des déchets biologiques en termes d'efficacité énergétique</u>)				
		Fermentation sèche discontinue	Fermentation sèche continue	Fermentation par voie humide	Fermentation sèche cou- rant partiel
	Coûts d'investisse- ment pour 20000 t de matériau brut / a	150 à 310 EUR/Mg	250 à 480 EUR/Mg	260 à 490 EUR/Mg	40 à 100 EUR/Mg
	- Une baisse de la quantité de matériaux bruts s'accompagne d'une hausse des coûts spécifiques en raison des coûts fixes (évolution dégressive des coûts).				
COÛTS D'EXPLOITATION	Tableau 9: Coûts d'exploitation (données : UBA Textes 43/2010 : <u>Coûts et avantages d'une valorisation optimisée des déchets biologiques en termes d'efficacité énergétique</u>)				
		Fermentation sèche discontinue	Fermentation sèche continue	Fermentation par voie humide	Fermentation sèche cou- rant partiel
	Coûts d'exploitation pour 20000 Mg de matériau brut/a	15 à 30 EUR/Mg	18 à 38 EUR/Mg	20-50 EUR/Mg	5 à 15 EUR/Mg
	- Une baisse de la quantité de matériaux bruts s'accompagne d'une hausse des coûts en raison des coûts fixes (évolution dégressive des coûts). - Réparation et maintenance env. 4 à 6 % par an de l'investissement initial				
RECETTES POSSIBLES	- Le rendement énergétique est d'env. 20 à 30 EUR/Mg de déchets biologiques, permettant d'assurer partiellement la couverture des frais de fonctionnement par la vente de l'énergie et du compost si un tel traitement d'aval est intégré. Il est même possible de réaliser un certain bénéfice si les prix sont appropriés.				
COÛT TOTAL RAPPORTE AU POIDS	- Aucune indication				
AUTRES ASPECTS IMPLIQUÉS					
	La fermentation Co des déchets organiques dans les tours de digesteur des installations de traitement des eaux usées constitue une option d'application croissante en pratique (voir la fiche technique « <u>Traitement des boues d'épuration</u> »).				
AUTRES DETAILS					
APERÇU SUR LE MARCHÉ					
APPLICATIONS DE RÉFÉRENCE	On utilise les techniques de fermentation dans le monde entier. Il existe en Allemagne un grand nombre d'installations de fermentation monovalente et d'installations de fermentation d'autres déchets. Leur nombre est en progression constante. Exemples d'installations : - Biogasanlage der Bioverwertungsgesellschaft Radeberg mbH www.bvr-radeberg.de - Biogas und Kompostwerk Bützberg der Stadtreinigung Hamburg www.stadtreinigung.hamburg/kompostwerk - Biogasanlage Berlin Ruheleben der Stadtreinigung Berlin https://www.bsr.de/biogasanlage-22250.php - Biogas- und Kompostanlage Gütersloh und Saerbeck				

<p>FABRICANTS ET OPÉRATEURS ATTESTÉS</p> <p><i>(Important : La liste d'établissements qui suit n'est nullement exhaustive.)</i></p>	<p>Sélection de fabricants pour les composants et les installations complètes de fermentation des déchets organiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Strabag Umwelthanlagen GmbH, Dresden www.strabag-umwelthanlagen.com - HAASE Energietechnik AG, Neumünster www.haase-energietechnik.de - Schmack Biogas AG, Schwandorf www.schmack-biogas.com - FARMATIC Anlagenbau GmbH, Nortorf www.farmatic.de - Biotechnische Abfallverwertung GmbH & Co KG, Munich www.bta-technologie.de - BEKON Energy, Unterföhring www.bekon-energy.de
REMARQUES ET AUTRE DOCUMENTATION DE RÉFÉRENCE	
<p>Organismes et centres d'informations détaillées sur la fermentation des déchets d'agglomérations :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fachverband Biogas e.V. (Fédération professionnelle du biogaz) www.biogas.org - Arbeitskreis für die Nutzbarmachung von Siedlungsabfälle (Groupe de travail pour l'utilisation des déchets des agglomérations) www.ans-ev.de - Arbeitsgemeinschaft Stoffspezifische Abfallbehandlung (ASA) e.V. (Communauté de travail Traitement de déchets spécifiques) www.asa-ev.de 	

TRAITEMENT ET STABILISATION MECANO-BIOLOGIQUES DES DÉCHETS

DOMAINE D'APPLICATION ET UTILISATIONS

Le traitement mécano-biologique (MBA) des déchets composites comportant une part significative de déchets organiques et carbonés est utilisé pour obtenir les résultats suivants :

- Stabilisation et réduction de la dangerosité en liaison avec une réduction significative du poids et du volume par dégradation biologique (par conséquent diminution de la part des déchets biologiquement actifs qui seront stockés en décharge),
- et donc
- création de différents courants de matériaux, récupération des matériaux recyclables et amélioration des caractéristiques des déchets pour les étapes de traitement suivantes.

CARACTÉRISTIQUE DU CADRE GÉNÉRAL DE L'APPLICATION

APPLICABLE NOTAMMENT AUX TYPES DE DÉCHETS SUIVANTS

Verre usagé		Emballages légers		Déchets alimentaires et épluchures	
Papier et carton		Ordures ménagères composites	X	Déchets encombrants	
Lampes usagées		Textiles usagés		Déchets d'équipements électriques et électroniques	
Ferraille		Bois usagés	X ¹⁹	Déchets de construction et gravats	
Huiles de vidange		Peintures et vernis usagés		Pneumatiques usés	
Déchets dangereux					
Déchets de fabrication et spécifiques de certaines activités	X	Sans composants dangereux et contenant des matériaux biodégradables			
Autres types de déchets	X	Tous les matériaux biodégradables, sans composants dangereuses			

CARACTÉRISTIQUES ET SPÉCIFICATIONS SPÉCIALES POUR L'UTILISATION :

Nécessité d'un traitement préliminaire : Aucune

Possibilité d'utilisation du matériau à la sortie :

Les métaux ferreux et non-ferreux sont affectés à la métallurgie ; les fractions de pouvoir calorifique élevé (CSR) sont injectées dans les productions énergétiques (voir également la fiche technique « Co-incinération industrielle »). Dans la mesure où les réglementations nationales le permettent, après traitement approprié, par exemple criblage et stabilisation supplémentaires, les résidus peuvent être utilisés comme revêtements de décharge et pour l'assainissement des sites.

Possibilités d'élimination et de stockage du matériau à la sortie :

La fraction fine obtenue après traitement biologique peut être déchargée ou affectée au traitement thermique.

Nécessité d'un traitement ultérieur :

Les mesures de réduction et de suivi sont destinées à combattre les émissions (gaz d'échappement, eaux résiduaires), le stockage des déchets ayant subi un traitement mécano-biologique requiert un suivi ultérieur de mise en décharge.

Protection particulière :

Collecte et purification des gaz d'échappement sur les installations de traitement mécano-biologique ; collecte et traitement des eaux résiduaires induites. Parallèlement, des mesures techniques et organisationnelles seront prises pour prévenir et réduire le dégagement des odeurs nauséabondes. Une précaution particulière de protection incendie devra être prise en raison de l'auto-inflammabilité des déchets.

¹⁹ Uniquement en petites quantités, par ex. les résidus sans composants dangereux issus du tri, une valorisation ou utilisation dans des installations de production d'énergie spécifiques est appropriée.

Risques sanitaires :

Les opérations ouvertes du traitement mécano-biologique des déchets entraînent un risque de pollution atmosphérique par les germes et les spores. Se prémunir contre le risque en prenant les dispositions techniques nécessaires et en portant les protecteurs personnels (masque de travail).

INFLUENCE DES FACTEURS EXTÉRIEURS SUR LES POSSIBILITÉS ET LES TYPES D'APPLICATION :

Infrastructures :

Il n'existe pas a priori de contraintes d'implantation pour les installations de traitement mécanique et biologiques des déchets. Toutefois, il est conseillé de les implanter à proximité des zones de collecte des déchets, à proximité des décharges, en des points présentant un raccordement aux voies de circulation et de transport. Comme pour la plupart des installations de traitement des déchets organiques, une certaine distance devra être respectée par rapport aux zones d'habitation afin d'exclure les nuisances par les odeurs et les animaux nuisibles.

Conditions climatiques :

Théoriquement, les installations de traitement mécanique et biologiques ne sont pas tributaires du climat mais il est nécessaire de tenir compte des conditions climatiques au niveau de la conception technique. Le traitement biologique à l'air libre peut être limité sensiblement par les températures et une humidité de l'air extrêmes. Les réacteurs de fermentation exposés aux températures extrêmes seront isolés et, si nécessaire, chauffés.

Main-d'œuvre nécessaire :

Les installations de traitement mécanique et biologique sont créatrices d'emploi pour les personnels sans qualification et les personnels qualifiés.

DÉTAILS TECHNIQUES

APERÇU GENERAL

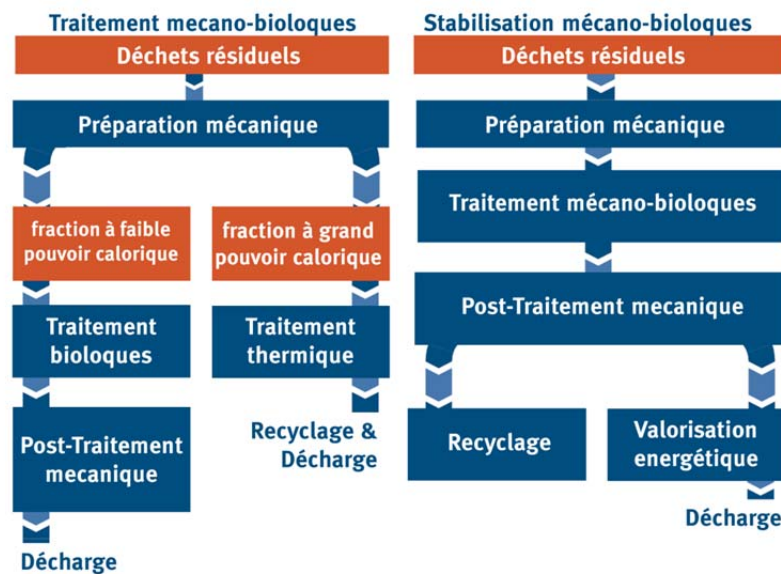
DESCRIPTION
BRÈVE

Le traitement mécanique et biologique des déchets composites consiste à les soumettre à une combinaison de procédures mécaniques et biologiques de modification afin de réduire la réactivité et la dangerosité et de permettre un stockage sécurisé. Cette procédure combinée a aussi pour but de réduire le volume des déchets, d'en retirer les matériaux recyclables et, dans certains cas, l'énergie.

Les procédures appliquées sont multiples mais se caractérisent toujours par l'association des traitements mécanique et biologique qui en constituent le pivot. Plusieurs procédures combinées sont désormais proposées sous forme d'unités de traitement, avec la maîtrise des émissions et des odeurs. Le traitement mécanique et biologique présente une grande souplesse d'adaptation, peut être facilement adapté à la composition variable des déchets et donner des résultats extrêmement performants. Ce type de traitement ne nécessite aucune préparation supplémentaire des déchets, par exemple aucun tri dans le cas des ordures ménagères.

Les principales configurations de traitement mécano-biologique se distinguent par l'organisation des différentes procédures et par la finalisation du traitement biologique. Le choix porte principalement sur une séparation mécanique des déchets en une fraction à grand pouvoir calorifique pour la valorisation thermique et en une fraction à faible pouvoir calorifique pour le traitement biologique (« processus de décomposition finale ») ou bien une stabilisation biologique de l'intégralité des déchets, avec ensuite différentes étapes de traitement mécaniques (stabilisation à sec).

Figure 17: Représentation simplifiée des concepts de traitement fondamentaux (n. Nelles, Morascheck, Grünes)



Le « processus de décomposition finale » consiste à soumettre une partie seulement des déchets à un traitement biologique. Les procédures de traitement biologiques courantes sont la fermentation anaérobie, le compostage et la combinaison des deux techniques. (*Procédure traitement mécano-biologique des déchets*). La fermentation anaérobie est destinée à accroître la production de biogaz. Une étape de traitement aérobie qui constitue la technique principale du traitement biologique transforme les déchets pendant le processus de digestion en matériaux mixtes stables destinés à la décharge.

La stabilisation à sec (*procédure SBM ; stabilisation mécano-biologique ou traitement des déchets mécano-biologique ou TMB*) consiste à sécher l'ensemble des déchets par la chaleur dégagée à l'étape du traitement biologique. Le matériau ainsi stabilisé est ensuite séparé en matériaux recyclables, le cas échéant en combustibles secondaires et en matériaux destinés à la mise en décharge. Le but principal est de récupérer les combustibles recyclables pour la production énergétique.

CONDITIONS GÉNÉRALES

- Matériau brut constitué de déchets solides organiques et carbonés, non dangereux.
- Maîtrise de certaines normes de contrôle et de traitement des émissions et des autres mesures de protection (réunies si possible à l'intérieur de procédures techniques).
- Alimentation en énergie

RÉSULTATS ATTENDUS

A la sortie :

- Fraction brute de pouvoir calorifique supérieur (TMB) ou matériau combustible stabilisé (stabilisation mécano-biologique (SMB/TMB)).
- Matériau stabilisé après passage au digesteur (TMB) pour décharge.
- Matériaux recyclables (principalement métaux).
- Résidus et matériaux intempestifs.
- Poussière, eau résiduaire et air d'échappement.

Spécifications de qualité du matériau à la sortie :

- Les déchets soumis à un traitement mécano-biologique doivent présenter une faible teneur en eau lors de la mise en décharge et une faible capacité d'absorption de l'oxygène d'air (exigences du décret sur le stockage des déchets en Allemagne AT4 < 5 mg/kg TS).
- Les eaux résiduaires de la fermentation anaérobie devront être soumises à un traitement approprié pour les amener aux caractéristiques nécessaires pour le rejet dans les eaux de surface.

AVANTAGES PARTICULIERS	<ul style="list-style-type: none"> - Réduction du volume et de la réactivité des déchets dirigés vers la décharge, soit une réduction du volume nécessaire en décharge et l'abaissement des émissions gazeuses, de la formation d'eau de décharge et du développement de mauvaises odeurs dans les décharges - Application d'un traitement spécifique pour les différents matériaux et obtention de plusieurs fractions de matériaux pour le recyclage. - Possibilité de production énergétique (utilisation du biogaz issu du processus biologique et/ou des combustibles secondaires récupérés). - Les techniques utilisées peuvent être simples et peu onéreuses.
INCONVÉNIENTS SPÉCIFIQUES	<ul style="list-style-type: none"> - La minéralisation des déchets est incomplète et rend nécessaire des mesures ultérieures et un suivi en décharge - Sous-exploitation des capacités énergétiques de déchets.
DETAIL DES APPLICATIONS	
PROCÉDURES TECHNIQUES	<p>Le volet biologique constitue l'essentiel du traitement mécanique et biologique des déchets mais porte sur les seules fractions biodégradables des déchets. Par conséquent et en fonction de l'organisation générale de la chaîne de transformation et de la qualité souhaitée du matériau, un traitement mécanique s'impose, d'intensité variable et pour des résultats eux aussi modulés. Le traitement mécanique intervient avant le traitement biologique pour séparer les substances recyclables et celles qui ne peuvent plus être dégradées, et la fraction (TMB) pouvant être dirigée vers le traitement biologique. Il peut aussi être placé après le traitement biologique pour prélever les matériaux recyclables et les combustibles utilisables (SMB).</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>Traitement mécanique</u> <p>Le traitement mécanique est constitué généralement de plusieurs opérations ayant pour but de modifier les propriétés physiques et combustibles du matériau brut et sa composition générale, de manière à les améliorer pour les procédures en aval et le recyclage.</p> <p>Les équipements techniques de base pour un traitement efficace sont les suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Equipements de manutention sur la soute et l'alimentation - Tri des substances intempestives et des corps étrangers - Concassage primaire <p>Traitement biologique avant le traitement biologique, c'est-à-dire la procédure mécano-biologique des déchets TMB :</p> <p style="padding-left: 20px;"><u>1) Magasinage et alimentation</u></p> <p>Les déchets arrivant sont stockés dans une soute en surface ou souterraine. Dans la soute en surface, les corps étrangers encombrants sont éliminés avec chargeurs sur roues ou grappins. Les déchets réceptionnés sont contrôlés une première fois extérieurement. A ce niveau, il est possible d'intervenir pour exclure les livraisons indésirables. Les soutes en surface donnent la possibilité de séparer les différentes fractions (par exemple les déchets industriels secs, les déchets encombrants, les ordures ménagères humides). Les soutes en surface sont plus économiques que les soutes en surface mais nécessitent de plus grandes superficies. Les soutes souterraines rendent le mélange des déchets à la livraison extrêmement facile, mais le tri y est relativement compliqué. mais le tri y est relativement compliqué. Les soutes souterraines sont plus particulièrement appropriées pour les ordures ménagères humides. La soute en surface est mieux adaptée pour les déchets secs, ce qui explique que l'on préfère ce type de magasinage pour le traitement mécano-biologique.</p> <p style="padding-left: 20px;"><u>2) Séparation des corps étrangers et des substances indésirables</u></p> <p>Les matériaux encombrants peuvent être manutentionnés facilement dans les soutes en surface, avec des bennes appropriées (bennes preneuses) ou des chargeurs sur roues. La séparation des autres produits indésirables (par exemple les piles et les batteries, les grands films plastiques) a lieu en général sur bande transporteuse. Le prélèvement manuel en cabine ventilée est également pratiqué pour les déchets encombrants secs de l'industrie. Compte tenu du risque sanitaire, cette technique ne peut pas être utilisée pour les ordures ménagères humides et seule peut intervenir une technique mécanique (par exemple benne preneuse).</p>

SUIITE
PROCÉDURES
TECHNIQUES3) Concassage.

Le concassage a pour but d'obtenir un mélange de déchets homogène, de manière à agrandir la surface de réactivité et de rendre apparents les matériaux enrobés. Le concassage primaire est l'opération mobilisant les ressources énergétiques les plus élevées, aussi n'intervient-il que dans les cas exceptionnels. Quoi qu'il en soit, les déchets encombrants et les déchets industriels doivent toujours être concassés. Le concassage primaire (jusqu'à une dimension de broyat de 250 à 500 mm) est réalisé par des outils de coupe (par exemple cisaille à rotor), des concasseurs et des broyeurs. Le concassage principal (dimensions de 100 à 250 mm) est effectué par des cisailles à rotor, des concasseurs et des broyeurs en cascade. Le concassage fin (< 25 mm) est la tâche des broyeurs à couteaux et à marteaux.

Les opérations suivantes peuvent intervenir après le traitement mécanique primaire :

4.1) Séparation des métaux ferreux

Les pièces métalliques apparentes sont prélevées dans la soute alors que les petites pièces restent dans les déchets. Pour séparer les petites pièces métalliques, on utilise des aimants sur bande passante qui prélèvent les métaux ferreux sur le courant de matériaux suffisamment éparpillés. Cette facilité de séparation et de recyclage des matériaux ferreux explique que la technique soit courante pour le traitement mécanique et biologique.

4.2) Séparation des métaux non-ferreux

Il est aussi possible de séparer les métaux non-ferreux, en particulier sur le courant de dimension < 80 mm. Les métaux non-ferreux recyclables peuvent induire des recettes élevées.

5.1) Séparation du refus par criblage

On utilise principalement un tambour de criblage pour séparer les plastiques et le bois dans les déchets, en même temps que le papier et le carton. Le refus du criblage à une granulométrie de 100 à 150 mm possède un pouvoir calorifique élevé (papier, carton, plastiques, bois). Le criblage donne un matériau biodégradable concentré. Il est impossible d'utiliser le tambour de criblage pour les déchets encombrants. Dans le cas où le refus de criblage est destiné à la combustion, le matériau prélevé est concassé et, si nécessaire, compacté et conditionné.

5.2) Séparation des fractions légère et lourde par granulométrie

La séparation granulométrique, par exemple au moyen de séparateurs granulométriques à air soufflé élimine le verre et les pierres de la fraction de pouvoir calorifique supérieur. Cette technique est moins fréquente que le criblage.

6) Séparation par tri

Dans les cas où les déchets secs (par exemple les déchets industriels, les déchets encombrants et les déchets du BTP) comportent une fraction importante de matériaux recyclables, le tri manuel est recommandé. Il est intercalé en général après criblage préliminaire. Le séparateur à air est très utile pour prélever les composants des déchets composites et obtenir des combustibles.

7) Poursuite du concassage

Un nouveau concassage peut intervenir pour utiliser la fraction de pouvoir calorifique élevé comme combustible, par exemple pour l'incinération (voir aussi la fiche technique « Co-incinération industrielle »). On utilise principalement les concasseurs à rotor accéléré qui permettent d'obtenir une granulométrie de 60 à 80 mm. Si un nouveau concassage s'impose, les déchets doivent d'abord prendre la consistance de granulés, ce qui nécessite l'intervention d'une technique onéreuse.

8) Mise en balles

Les matériaux séparés (en général plastique et papier) sont la plupart du temps pressés en balles pour faciliter le stockage et le transport.

La **procédure de séparation mécano-biologique** consiste dans la plupart des cas à séparer uniquement les métaux et les matières grossières minérales. Avant le processus biologique, il peut être nécessaire de séparer les substances parasites et de réaliser un premier concassage.

SUITE
PROCÉDURES
TECHNIQUES- **Traitement biologique**

On entend par traitement biologique plusieurs techniques, les plus courantes étant le passage au digesteur, le compostage et la fermentation anaérobie. Ces techniques sont décrites en détail dans les fiches techniques (voir les fiches techniques « Compostage » et « Fermentation anaérobie »).

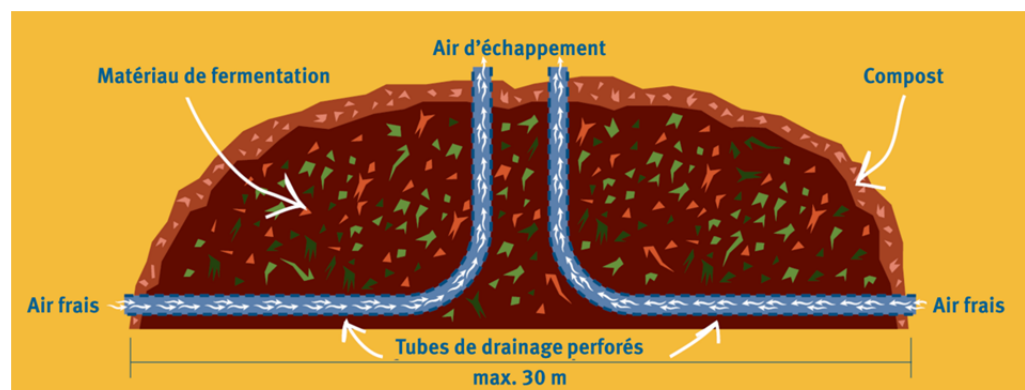
Nous ne présentons ci-dessous que les particularités des techniques des procédures biologiques du traitement mécano et biologique. Il s'agit pour la *procédure de stabilisation mécano-biologique (TMB)* de :

- **La technique de passage au digesteur**

Comme pour le compostage, le digesteur fonctionne suivant une technique statique et une technique dynamique. Les techniques de traitement statique sont les plus simples. Pendant toute la phase de dégradation biologique, les matériaux restent immobiles. Les déchets homogénéisés sont entassés pour former des andains irréguliers, triangulaires ou trapézoïdaux. Les andains sont dressés sur un sol imperméable afin de ne pas contaminer les eaux souterraines.

Le procédé le plus simple et aux exigences moins élevées en matière de traitement de l'air d'échappement que dans des pays comme l'Allemagne consiste à ouvrir une cheminée dans l'andain selon le principe de Spillmann/Collins. Des tubes de drainage perforés sont introduits dans l'andain. Les tubes sont placés à une distance de 3 à 4 m les uns des autres. L'extrémité des tubes se trouve approximativement au centre de l'andain. Une membrane de recouvrement régule la teneur en humidité du matériau. Les andains trapézoïdaux ainsi constitués ont une hauteur de 2,5 m.

Figure 18: Procédure par tirage de cheminée selon Spillmann/Collins



La mise en andains des déchets sans brassage des matériaux et sans intervention d'équipements techniques de ventilation et d'hydratation est utilisée en Allemagne sur les aires de décharge, en plein air.

Le compostage principal fait intervenir à la place un système de ventilation et de suivi de la teneur en eau, en oxygène et en air d'échappement.

- **Compartiments et conteneurs de digesteur**

Les compartiments et les conteneurs de digesteur constituent une autre méthode statique. Les compartiments sont en béton ou en acier et le socle est perforé. Ils sont chargés au fur et à mesure. L'air est injecté par le socle perforé, l'air d'échappement est aspiré par le haut et dirigé vers le traitement. Les matériaux passant au digesteur doivent subir un traitement préliminaire intense. Le passage au digesteur est terminé après 8 à 10 jours. Cette technique se distingue par sa simplicité et la longue durée de vie des équipements.

Il est aussi possible d'utiliser des *digesteurs dynamiques ou quasi-dynamiques*, par exemple le digesteur à tambour, les tunnels de réaction et le retournement régulier des andains. Les détails figurent dans la fiche technique sur le compostage (voir la fiche technique « Compostage »).

SUITE
PROCÉDURES
TECHNIQUES

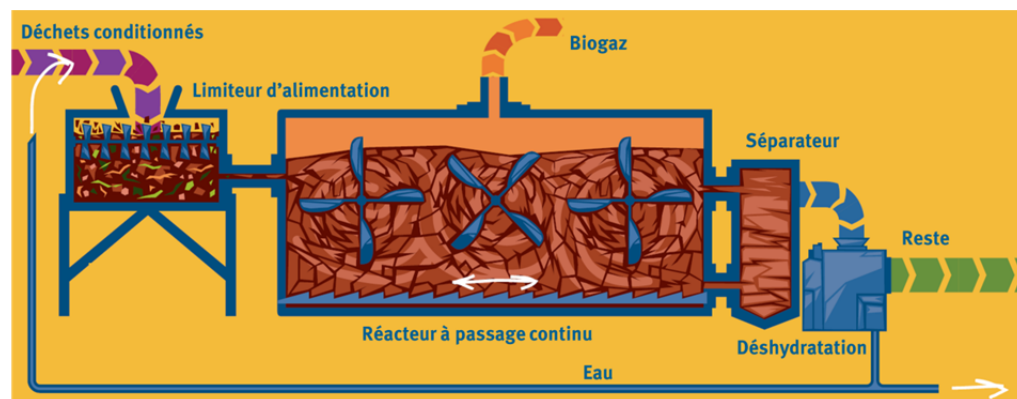
Les digesteurs intensifs sont des éléments importants de la procédure de stabilisation mécanique et biologique. Ils sont utilisés pour la déshydratation biologique et la stérilisation du courant de matériau brut et donnent à la sortie un matériau mieux adapté pour le traitement thermique et l'incinération. Pour la déshydratation, on met à profit les caractéristiques biologiques des déchets. Les digesteurs sont remplis intégralement de déchets homogénéisés, non triés. L'eau de fermentation et l'air d'échappement sont collectés. L'air d'échappement est soumis à un traitement de purification. Il est nécessaire de placer les digesteurs sous enveloppe, du fait que les déchets bruts ne sont pas triés, que les émissions gazeuses et d'eau de fermentation sont importantes.

Le traitement thermique du matériau de sortie est relativement facile après réduction de la teneur en humidité par déshydratation biologique et séparation en aval des matériaux non combustibles. Le pouvoir calorifique du combustible ainsi récupéré est de l'ordre de 12 à 16 MJ/kg, rendant possible l'incinération sur installation industrielle.

La fermentation anaérobie représente une autre possibilité de traitement biologique en stabilisation mécano-biologique (SMB). La fermentation anaérobie consiste à dégrader les matériaux sans apport d'oxygène dans un réacteur fermé. Une différence est faite entre fermentation par voie sèche et fermentation par voie humide. Une fiche technique y est consacrée. (Voir la fiche technique « Fermentation anaérobie »).

Nous décrivons ci-dessous les techniques de fermentation utilisées pour le traitement mécano-biologique des déchets. La fermentation anaérobie étant intégrée dans le traitement mécano-biologique, le processus a pour but, en général, d'optimiser la production de biogaz et dans certains cas celle de combustibles de récupération. Compte tenu de la nature composite des matériaux (sédiments et fibres), on utilise de préférence la fermentation un étage par voie sèche.

Figure 19: Schéma de principe de la fermentation (Disposition des composants selon Linde-KCA)



Avantages de la fermentation par voie sèche :

- faible consommation d'eau,
- meilleure intégration des sédiments par rapport à la fermentation par voie humide, par suite de la plus forte teneur en matériaux secs.

La technique de fermentation anaérobie nécessite des équipements spéciaux, une configuration générale d'installation appropriée et un personnel averti. L'usure est très grande à l'intérieur par la présence de substances abrasives (par exemple le chlore, le soufre, les acides) et les matériaux directement abrasifs (par exemple les minéraux et les métaux). Les difficultés survenant dans le traitement anaérobie des déchets résiduels sont maîtrisées par les techniques suivantes :

- Suppression du brassage dans le digesteur et injection de biogaz pour prévenir la formation d'une couche superficielle et les bourrages sur l'agitateur.
- Séparation en amont des composés lourds (matériaux sédimentés) et des produits légers (textiles, films, afin de prévenir la formation de bouchons, de bourrages et d'une couche superficielle).

	<ul style="list-style-type: none"> - Réglage de la teneur en substances sèches à 20–40 % avant la fermentation. - Enfin lavage de la fraction fine après traitement mécanique pour éliminer les produits légers, le sable et les matériaux abrasifs (par exemple le verre) ; le matériau obtenu est alors composé pour l'essentiel de produits biodégradables et peut être traité par fermentation humide. <p>La fermentation dure en moyenne 18 à 21 jours. L'eau du matériau à la sortie est expulsée par passage à la presse. Les résidus solides sont traités par compostage et finalement déposés en décharge. L'eau résiduaire doit être traitée séparément. L'air d'échappement sur les installations de traitement et de stabilisation mécano- biologique doit toujours être collecté et traité. On utilise à cette fin les filtres biologiques, les procédures thermiques et l'oxydation thermique de régénération, en fonction des procédés, des quantités d'air et des prescriptions légales. Les techniques thermiques ont pour grand avantage de réduire les composés organiques mais sont grandes consommatrices d'énergie (en particulier si l'installation ne produit pas de biogaz) et les équipements techniques nécessitent toujours une maintenance intensive.</p>																
<p>COURANTS ET QUANTITÉS DE MATÉRIAU</p>	<p>Matériau brut :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 100 % de déchets composites d'agglomération - Eau (lorsque la fermentation intervient à titre de technique biologique) <p>Matériau à la sortie (sur la base de la composition moyenne typique en Europe) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2 à 5 % de substances parasites - 2 à 4 % de métaux (ferreux et non ferreux) - 30 à 45 % de matériaux combustibles pouvant être récupérés - 40 à 65 % de fraction fine pour le traitement biologique <ul style="list-style-type: none"> dont : 10 à 25% perte de poids par dégradation biologique, jusqu'à 20% sous forme d'eau 5% de transformation en biogaz 30 à 50% e résidus destinés à la décharge <p>Le tri et la technique biologique dans le traitement de stabilisation améliorent considérablement le taux d'utilisation des matériaux non biodégradables et réduit les quantités orientées vers les décharges.</p>																
<p>DOMAINE D'APPLICATION</p>	<ul style="list-style-type: none"> - La taille des installations de traitement mécanique et biologique des déchets est actuellement de - Capacité minimale (digesteurs simples) : 25 000 Mg/a - Capacité moyenne (fermentation anaérobie) : 60 000 Mg/a - Capacité supérieure : env. 300 000 Mg/a 																
<p>LIENS ET POSSIBILITÉS DE COMBINAISON AVEC D'AUTRES TECHNIQUES</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Le traitement mécano-biologique des déchets vient prendre place avant l'épandage en décharge. L'objectif consiste à moduler les techniques pour récupérer une grande partie des matériaux recyclables et de l'énergie afin de parvenir à une plus grande sécurité au niveau des résidus dirigés vers les décharges, sans qu'il existe pour l'heure de contraintes particulières concernant le ramassage des déchets. 																
GRANDS REPÈRES POUR LES APPLICATIONS : UTILISATION DES RESSOURCES																	
<p>BILAN ÉNERGÉTIQUE</p>	<p>La consommation moyenne d'énergie se situe entre 20–70 kWh/Mg, le traitement mécanique en amont constituant le principal poste avec 10 à 30 kWh/Mg.</p> <p>Tableau 10: Comparaison de la consommation d'énergie des différents procédés (Source Nagel, Nachhaltige Verfahrenstechnik, 2015)</p> <table border="1" data-bbox="400 1899 1425 2063"> <thead> <tr> <th>Consommation</th> <th>TMB (digestion)</th> <th>TMB (fermentation)</th> <th>SMB</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Courant</td> <td>45 kWh/Mg</td> <td>65 kWh/Mg</td> <td>100 kWh/Mg</td> </tr> <tr> <td>Chaleur</td> <td>0</td> <td>Contenu dans le gaz</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Gaz (dont pour la RTO)</td> <td>41(39) kWh/Mg</td> <td>58(45) kWh/Mg</td> <td>25 (25) kWh/Mg</td> </tr> </tbody> </table>	Consommation	TMB (digestion)	TMB (fermentation)	SMB	Courant	45 kWh/Mg	65 kWh/Mg	100 kWh/Mg	Chaleur	0	Contenu dans le gaz	0	Gaz (dont pour la RTO)	41(39) kWh/Mg	58(45) kWh/Mg	25 (25) kWh/Mg
Consommation	TMB (digestion)	TMB (fermentation)	SMB														
Courant	45 kWh/Mg	65 kWh/Mg	100 kWh/Mg														
Chaleur	0	Contenu dans le gaz	0														
Gaz (dont pour la RTO)	41(39) kWh/Mg	58(45) kWh/Mg	25 (25) kWh/Mg														

	Le traitement mécano-biologique à un seul niveau de fermentation produit env. 70 à 170 m ³ de biogaz par Mg de déchets destinés à la fermentation
ÉMISSION DE CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> - Des études d'évaluation de la pollution de l'environnement présument que la mise en décharge des déchets stabilisés ne génère que environ 10% de gaz de décharge et 10 % de lixiviats de décharge en comparaison avec les déchets non traités. - L'utilisation de systèmes fermés pour le traitement biologique contribue à réduire les émissions et à éviter les émissions des gaz à effet de serre dans l'atmosphère.
AUXILIAIRES OU AUTRES CONSOMMABLES NÉCESSAIRES	- Aucune autre information.
DEMANDE EN MAIN-D'ŒUVRE	La demande en main-d'œuvre dépend directement de la capacité de l'installation. La moyenne est du même ordre que pour le compostage. voir la fiche « technique » (« <u>Compostage</u> »). L'interposition d'un tri manuel fait croître bien entendu l'appel de main-d'œuvre. Un personnel spécifiquement formé les processus complexes.
ENCOMBREMENT AU SOL	L'encombrement minimal au sol dépend lui aussi des capacités de l'installation. Les installations de traitement intégrées aux décharges nécessitent peu de place supplémentaire, à savoir pour le compostage en andains et le parc de digesteurs. Les informations sur les superficies pour le compostage et la fermentation anaérobie s'appliquent donc (voir les fiches techniques « <u>Compostage</u> » et « <u>Fermentation anaérobie</u> »).
GRANDS REPÈRES POUR LES APPLICATIONS : COÛTS	
INVESTISSEMENT	<p>Principaux investissements :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Acquisition et viabilisation du terrain. En fonction des conditions locales et des capacités prévues (l'investissement est nettement plus faible lorsque les installations sont aménagées sur une décharge). - Equipements (niveau de prix recherché pour 2008) <ul style="list-style-type: none"> Etage mécanique Constructions, y compris soute : 40 EUR / (Mg*a) <ul style="list-style-type: none"> - Machines fixes : 20 à 80 EUR / (Mg*a) - Equipements mobiles : 5 à 10 EUR/ (Mg*a) Etage biologique : <u>Digesteur</u> : <ul style="list-style-type: none"> - Constructions : 70 à 90 EUR/ (Mg*a) - Machines fixes : 110 à 140 EUR / (Mg*a) <u>Fermentation</u> : <ul style="list-style-type: none"> - Constructions : 50 à 60 EUR/ (Mg*a) - Machines fixes : 130 à 180 EUR/ (Mg*a) <p>Le devis moyen pour une installation de traitement mécanique et biologique en Europe est de l'ordre de 12 millions EUR pour une capacité de 50.000 Mg/a et de 40 millions EUR pour une capacité de 220 000 Mg/a. Les techniques simples de traitement utilisées en décharge reviennent en moyenne à 15–20 EUR par Mg de matériau brut,²⁰</p>
COÛTS D'EXPLOITATION	<p>Coûts d'exploitation réguliers :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Personnel (en fonction de la situation sur le marché local du travail) - Consommation d'énergie, assurances, etc. - Réparation et maintenance - Pour chaque équipement environ 1 % de l'investissement - Machines et électronique : 3 à 6 % de l'investissement

²⁰ rendant le procédé accessible pour les pays ne pouvant pas réaliser de grands investissements.

- Equipements mobiles (par exemple chargeur sur roues) : 8 à 15 % de l'investissement.

Les installations de stabilisation avec fermentation anaérobie sont sujettes à une usure plus forte et nécessitent une maintenance plus conséquente que la fermentation. Le tableau suivant illustre un exemple de coûts globaux (nets) pour une installation d'un débit annuel de 150 000 Mg.

Tableau 11: Coûts d'exploitation €/Mg (Source : Morgenstern: Elimination des déchets en Allemagne, Econum GmbH)

Coûts	Total des coûts EUR/Mg	Dont coûts variables EUR/Mg
Personnel	6	-
Maintenance/réparation	9	5
Energie, carburants	7	7
Assurances et autres	6	
Enlèvement, transport de CSR (pour 50% du matériau brut)	30	30
Enlèvement, transport de déchets mis en décharge (pour 20% du matériau brut)	5	5
Enlèvement, transport d'autres déchets (pour 7% du matériau brut)	5	5
Enlèvement, transport de métaux (pour 3% du matériau brut)	-3	-3
Amortissements et intérêts	25	-
Total	90	48

RECETTES POSSIBLES

- Vente des matériaux recyclables, en particulier les métaux. En revanche, le produit résultant de la vente des combustibles de récupération n'est pas garanti.

COÛT TOTAL RAPPORTÉ AU POIDS

- De l'ordre de 40 à 120 EUR/Mg uniquement pour le traitement (sans les frais induits par la décharge et l'utilisation des combustibles de récupération).

AUTRES DÉTAILS

APERÇU SUR LE MARCHÉ

APPLICATIONS DE RÉFÉRENCE

Les techniques de traitement mécanique et biologique des déchets ont progressé considérablement en Europe durant les vingt dernières années. Il existe actuellement plus de 100 installations de ce type en Europe en service pour traiter les déchets, dont une cinquantaine en Allemagne, d'une capacité > 20 000 Mg/a. La capacité moyenne des installations se situe à 100 000 Mg/a, mais on en trouve aussi de 300 000 Mg/a. Presque toutes les grandes entreprises chargées de l'élimination des déchets utilisent cette procédure ou sont impliquées dans l'exploitation de telles installations,

par exemple :

- MEAB mbH, Schöneiche www.meab.de
- Zweckverband Abfallwirtschaft Saale-Orla, Pößneck www.zaso-online.de
- MBA Lübeck www.entsorgung.luebeck.de/ueber_uns/unsere_anlagen/mba.html
- MBA Neumünster GmbH, Neumünster www.mba-nms.de
- WEV GmbH, Großpösna www.e-wev.de

On trouve également dans d'autres pays de l'Union européenne, comme l'Italie, la Bulgarie ou la Croatie, de grandes installations qui ont intégré le savoir-faire allemand.

FABRICANTS ET OPÉRATEURS ATTESTÉS

Les fabricants d'équipements pour le traitement mécanique et biologique des déchets se sont multipliés fortement dans le passé en Allemagne. Leur nombre a diminué entre-temps et l'on assiste à une spécialisation sur certains éléments spécifiques. Sélection de fabricant :

Groupes de concassage :

HAMMEL Recyclingtechnik GmbH, Bad Salzungen

www.hammel.de

(Important : La liste d'établissements qui suit n'est nullement exhaustive.)

Criblage et séparation :

EuRec Technology GmbH, Merkers
Mogensen GmbH & Co. KG, Wedel
Spaleck – Förder- und Separiertechnik

www.eurec-technology.com
www.mogensen.de
www.spaleck.de

Séparateurs de métaux :

Steinert Elektromagnetbau GmbH, Köln
IMRO Maschinenbau GmbH, Uffenheim
Wagner Magnete GmbH & Co. KG Spann- und Umwelttechnik, Heimertingen

www.steinertglobal.com
www.imro-maschinenbau.de
www.wagner-magnete.de

Système de traitement de l'air d'échappement :

LTB Lufttechnik Bayreuth GmbH & Co. KG, Goldkronach
- Dürr Systems GmbH Environmental and Energy Systems, Stuttgart

www.ltb.de
www.durr-cleantechnology.com/de

Les bureaux d'étude spécialisés et les exploitants d'installations réalisent la conception des installations. Exemples :

- Strabag Umweltanlagen GmbH, Dresde
- Komptech Vertriebsgesellschaft Deutschland mbH, Oelde
- HAASE Energietechnik AG, Neumünster
- Herhof GmbH (filiale de Helector S.A).
- AMB Anlagen Maschinen Bau GmbH, Oschersleben

www.strabag-umweltanlagen.com
www.komptech.de
www.bmf-haase.de
www.herhof.com
www.amb-group.de

Entreprises proposant des installations ou des composants destinés aux systèmes de déshydratation biologique plus simples :

- CONVAERO GmbH
- W.L. Gore & Associates GmbH

www.convaero.com
www.gore.com/de_de/

REMARQUES ET AUTRE DOCUMENTATION DE RÉFÉRENCE

Organismes et services spécialisés compétents pour toute information complémentaire sur le traitement mécanique et biologique et les applications :

- Arbeitsgemeinschaft Stoffspezifische Abfallbehandlung (groupe de travail déchets) :
- Arbeitskreis für die Nutzbarmachung von Siedlungsabfälle (recyclage)
- Gütegemeinschaft Sekundärbrennstoffe und Recyclingholz e.V. . (combustibles et bois recyclé) :
- Fachverband Biogas e.V. . (Fédération professionnelle du biogaz)

www.asa-ev.de
www.ans-ev.de
www.bgs-ev.de
www.biogas.org

DÉSHYDRATATION DES DÉCHETS PAR L'ÉNERGIE SOLAIRE (EN PARTICULIER DES BOUES DE DÉCANTATION)

DOMAINE
D'APPLICATION
ET
UTILISATIONS

- Réduction de volume et de poids, augmentation du pouvoir calorifique des boues de décantation (des déchets à forte teneur en eau et des déchets avec part biologique).

CARACTÉRISTIQUE DU CADRE GÉNÉRAL DE L'APPLICATION

APPLICABLE NOTAMMENT AUX TYPES DE DÉCHETS SUIVANTS

Verre usagé		Emballages légers		Déchets alimentaires et épluchures	X ²¹
Papier et carton		Ordures ménagères composites		Déchets encombrants	
Lampes usagées		Textiles usagés		Déchets d'équipements électriques et électroniques	
Ferraille		Bois usagés	X ¹	Déchets de construction et gravats	
Huiles de vidange		Peintures et vernis usagés		Pneumatiques usés	
Déchets dangereux					
Déchets de fabrication et spécifiques de certaines activités					
Autres types de déchets	X	Boues de décantation			

CARACTÉRISTIQUES ET SPÉCIFICATIONS SPÉCIALES POUR L'UTILISATION :

Nécessité d'un traitement préliminaire :

Il est conseillé de déchiqueter et d'homogénéiser les matériaux en morceaux, par exemple les ordures ménagères et le bois frais, afin d'assurer l'efficacité de la déshydratation.

Possibilité d'utilisation du matériau brut :

En particulier mise en valeur thermique

Possibilités d'élimination et de stockage du matériau à la sortie :

En particulier incinération. Le matériau ne satisfait pas aux prescriptions sur une élimination sans risques (en particulier selon les exigences allemandes d'élimination inoffensive des déchets d'agglomérations, soit AbfAbIV). Il faut mentionner toutefois que la dégradation accompagnant la déshydratation a pour conséquence la réduction de bioactivité des déchets.

Protection particulière :

Une épuration de l'air d'évacuation est nécessaire, en fonction de l'implantation et de la taille des installations de déshydratation par l'énergie solaire des boues de décantation (tenir compte néanmoins des émanations d'odeurs et réduire celles-ci). Les eaux résiduelles sont vaporisées dans l'air d'évacuation et ne se présentent pas sous forme liquide. Cela suppose que la déshydratation par l'énergie solaire s'effectue (du moins en partie) dans une construction en verre) et sur un sol étanche.

INFLUENCE DES FACTEURS EXTERIEURS SUR LES POSSIBILITÉS ET LES TYPES D'APPLICATION :

Infrastructures :

La déshydratation par l'énergie solaire du matériau brut nécessite de grandes surfaces puisque les déchets sont épandus en couches minces. Des facilités d'accès aux voies de transport sont nécessaires compte tenu de l'amenée et du transport ultérieur des déchets. Il est recommandé d'intégrer l'installation de déshydratation dans un dispositif de traitement avancé (par ex. une station d'épuration ou une installation de traitement thermique).

²¹ Seulement déchets d'élagage, de bois ou résidus ayant un taux d'humidité élevé destinés à une valorisation ultérieure (en particulier l'exploitation thermique)

Conditions climatiques :

Les facteurs les plus importants pour l'efficacité de la déshydratation sont les suivants :

- Durée de l'insolation et intensité des rayons solaires
- Humidité et température ambiantes

On renoncera à implanter des installations de ce type dans les endroits qui ne satisfont pas à ces conditions. Les autres facteurs notables sont le volume de l'air et l'humidité initiale du matériau brut.

Possibilité de financement :

Financement par redevance au moyen d'une tarification de prise en charge des boues de décantations à déshydrater pour les livraisons externes.

DÉTAILS TECHNIQUES

APERÇU GENERAL

DESCRIPTION BREVE	La déshydratation par l'énergie solaire est destinée à réduire le volume et le poids des déchets et à augmenter le pouvoir calorifique, en particulier des boues de décantation. On utilise principalement pour la déshydratation le rayonnement solaire. La déshydratation a lieu dans des halles à couverture translucide, généralement opposées l'une par rapport à l'autre. L'énergie solaire chauffe les déchets et l'air ambiant, favorisant le dégagement de l'humidité dans l'air. Les déchets sont friabilisés et épandus pour accélérer la déshydratation.
CONDITIONS GENERALES	<ul style="list-style-type: none"> - Conditions climatiques optimales (durée et intensité de l'insolation) - Couverture de halle translucide - Equipement technique de friabilisation des déchets - Circulation intense de l'air
RÉSULTATS ATTENDUS	<p>En fonction des conditions climatiques et du matériau :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rendement d'évaporation moyen (en Europe, selon FISCHLI 2004) jusqu'à 1000 kg/m² de surface de déshydratation. - Taux de déshydratation optimal, environ 70 % du poids des déchets. - Taux maximal théorique de déshydratation >90 % du poids des déchets.
AVANTAGES PARTICULIERS	<ul style="list-style-type: none"> - Faible apport d'énergie électrique. - Aucune demande de combustibles pour le chauffage (vaut notamment en cas de renoncement au fonctionnement en hiver) - Technique simple et résistante.
INCONVÉNIENTS SPÉCIFIQUES	<ul style="list-style-type: none"> - Rendement faible de la déshydratation (longue durée). - De grandes surfaces au sol sont nécessaires. - Les installations de référence existant actuellement ont une faible capacité.
DETAIL DES APPLICATIONS	
PROCÉDURES TECHNIQUES	L'énergie solaire permet de produire un mélange de matière sous forme de granulés dont les caractéristiques logistiques favorables ouvrent de nombreux modes de gestion de déchets et offrent une bonne base pour leur exploitation thermique. Pour le processus de déshydratation, l'énergie solaire chauffe le matériau et l'air des halles, accélérant l'évaporation de l'humidité dans l'air ambiant. La pression de la vapeur d'eau accrue chasse l'eau du matériau brut dans l'air ambiant chaud non saturé de vapeur d'eau. L'air montant saturé d'humidité doit être évacué du système. La circulation de l'air est garantie par l'effet de tirage de cheminée par l'installation équipée de bouches d'évacuation sur le toit et, le cas échéant, de ventilateurs motorisés supplémentaires. Pour intensifier la déshydratation, on utilise des équipements techniques ou entièrement automatiques de friabilisation et d'épandage des déchets déshydratés. La déshydratation par l'énergie solaire peut être assistée par un système de chauffage. Les installations fonctionnent en général selon la technique du chargement discontinu.

SUITE
PROCÉDURES
TECHNIQUES

Figure 20: Exemple du concept d'installation (ici Thermo-System Industrie und Trocknungstechnik GmbH) (L'intégration du système de chauffage supplémentaire représenté sur la figure s'applique à un fonctionnement en hiver)

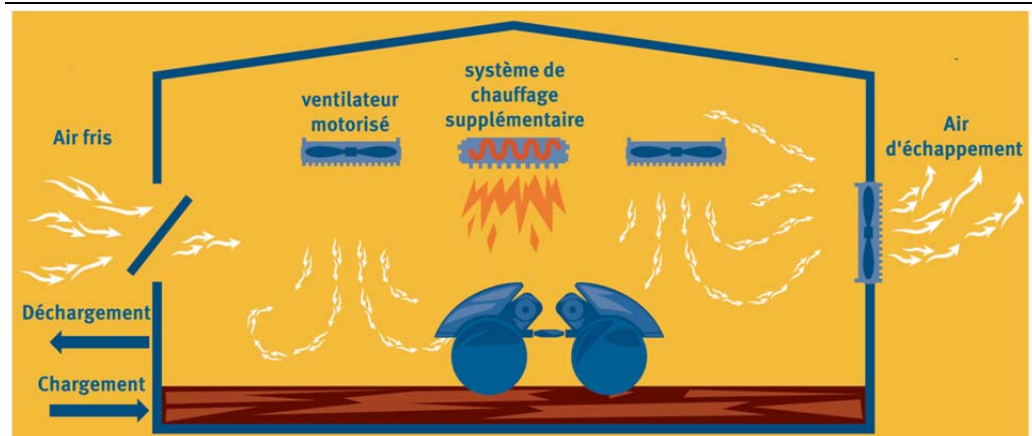
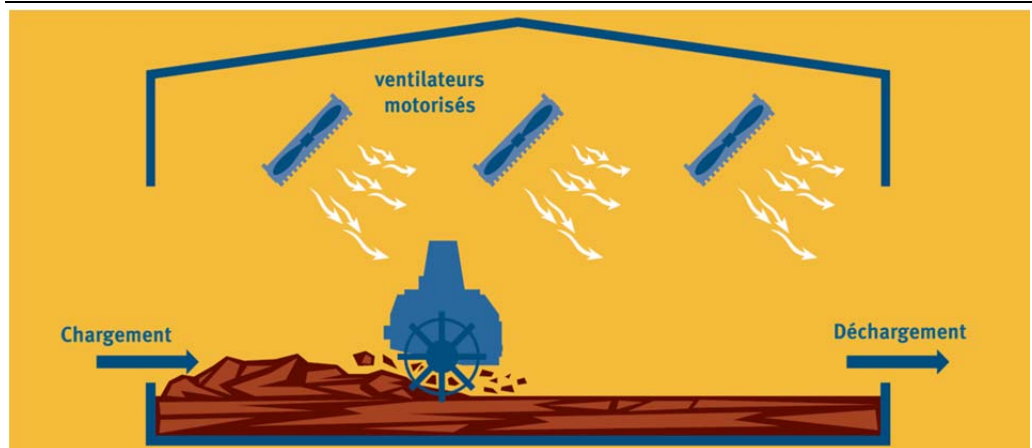


Figure 21: Exemple du concept d'installation (ici IST-Anlagenbau GmbH)



COURANTS
ET QUANTITÉS DE
MATERIAU

- Matériau brut : Boues liquides avec un taux de solides de 1 à 10 %.
Boues déjà soumises à déshydratation avec un taux de solides de 10 à 40 % (en moyenne supérieur à 20 %).
- Matériaux à la sortie : Mélange contenant 50 à 90 % de matière sèche. Pratiquement aucune perte par biodégradation.

DOMAINE
D'APPLICATION

- Jusqu'à présent technique utilisée notamment pour les boues humides soumises à un traitement préalable et d'un rendement de 300 à 15 000 Mg/a.
- Application en déshydratation du bois et des déchets résiduels, réalisée seulement en test pilote

LIENS ET
POSSIBILITÉS DE
COMBINAISON
AVEC D'AUTRES
TECHNIQUES

La déshydratation par l'énergie solaire constitue une bonne technique préparatoire pour l'utilisation énergétique des déchets, grâce à l'homogénéisation et l'accroissement de la puissance calorifique

GRANDS REPÈRES POUR LES APPLICATIONS : UTILISATION DES RESSOURCES

BILAN
ENERGETIQUE

- Consommation spécifique d'électricité : 10 à 30 kWh/Mg de H₂O dissipé.

ÉMISSION DE CO₂

- Réduction des émissions de CO₂ par l'utilisation pour la production énergétique de la part régénérée (taux d'environ 50 % en matière sèche).

AUXILIAIRES OU AUTRES CONSOMMABLES NÉCESSAIRES	- Technique appropriée pour le chargement et le déchargement des halles de déshydratation, en fonction des caractéristiques et des quantités de matière sèche (par exemple chargeur sur roues).
DEMANDE EN MAIN-D'ŒUVRE	- La déshydratation s'effectue en automatisant la friabilisation des boues de décantation à déshydrater ; la demande en main-d'œuvre pour le chargement et le déchargement des halles de déshydratation est minime.
ENCOMBREMENT AU SOL	- En fonction des applications, la capacité est de 0,5 à 6 Mg de boue par m ² de surface de déshydratation, par an, sans injection d'énergie calorifique supplémentaire ; fonctionnement saisonnier selon les conditions climatiques.
GRANDS REPERES POUR LES APPLICATIONS : COÛTS	
INVESTISSEMENT	Fortes fluctuations, valeurs repères d'après les fournisseurs d'installation (en 2008) : - Sans recyclage de la chaleur : environ 250 EUR par m ² de halle ; fluctuations. - Avec recyclage de la chaleur : environ 350 EUR par m ² de halle.
COÛTS D'EXPLOITATION	- env.15 EUR par Mg de H ₂ O dissipé
RECETTES POSSIBLES	- Par une tarification de prise en charge des déchets secs. - Pour un produit sec exploitable comme combustible en cas de prix de vente positifs.
COÛT TOTAL RAPPORTÉ AU POIDS	- Fluctuations fortes en fonction du matériau, du rendement d'évaporation et de la teneur en eau du matériau brut et traité.
AUTRES DÉTAILS	
APERÇU SUR LE MARCHÉ	
APPLICATIONS DE RÉFÉRENCE	Application mondiale croissante ; il existe déjà plusieurs centaines d'installations, en Allemagne, en Suisse et en Autriche, en France et en Australie. Installations de référence en Allemagne : - Wasserverband Nord, Bredstedt www.wv-nord.de - Kläranlage Pocking www.pocking.de - Grünstadt, Rhénanie-Palatinat www.ebg-gruenstadt.de
FABRICANTS ET OPÉRATEURS ATTESTÉS <i>(Important : La liste d'établissements qui suit n'est nullement exhaustive.)</i>	Fabricants d'installation et de composants d'installation pour la déshydratation des déchets par l'énergie solaire en Allemagne : - IST Anlagenbau GmbH, Kanderndorf www.wendewolf.com - THERMO-SYSTEM Industrie- & Trocknungstechnik GmbH, Filderstadt-Bernhausen www.thermo-system.com - Hans Huber AG Maschinen- u. Anlagenbau, Berching www.huber.de

EXPLOITATION THERMIQUE DES DÉCHETS PAR CO-INCINÉRATION INDUSTRIELLE *)

DOMAINE D'APPLICATION ET UTILISATIONS	- Mise en valeur thermique des déchets (ayant subi un premier traitement dans la plupart des cas) et des composites de déchets comme combustible de substitution dans les fours industriels de production énergétique. *) La purification des gaz de fumée comme étape du processus à intégrer sera décrite séparément (voir la fiche technique « Purification des gaz de fumée »)
---------------------------------------	---

CARACTÉRISTIQUE DU CADRE GÉNÉRAL DE L'APPLICATION

APPLICABLE NOTAMMENT AUX TYPES DE DÉCHETS SUIVANTS

Verre usagé		Emballages légers	X ¹	Déchets alimentaires et épluchures	
Papier et carton	X ²²	Ordures ménagères composites	X	Déchets encombrants	X ¹
Lampes usagées		Textiles usagés		Déchets d'équipements électriques et électroniques	
Ferraille		Bois usagés	X ²³	Déchets de construction et gravats	X ¹
Huiles de vidange	X ²⁴	Peintures et vernis usagés	X	Pneumatiques usés	X ²
Déchets dangereux	X	Partiellement, seulement dans des installations avec homologation correspondante et des substances de pouvoir calorifique moyen à fort.			
Déchets de fabrication et spécifiques de certaines activités	X	Appropriés, en particulier les substances de faible teneur en chlore et en métaux lourds de pouvoir calorifique moyen à fort.			
Autres types de déchets	X	En particulier les substances de faible teneur en chlore et en métaux lourds, notamment les boues de décantation, les farines animales, les restes de tri des déchets industriels.			

CARACTÉRISTIQUES ET SPÉCIFICATIONS SPÉCIALES POUR L'UTILISATION :

Nécessité d'un traitement préliminaire :

Les déchets utilisés pour la co-incinération dans les fours industriels doivent satisfaire aux spécifications pour les installations de combustion et doivent avoir subi un traitement les rendant propres à être utilisés comme combustibles de substitution. En règle générale, certaines caractéristiques sont impératives (pouvoir calorifique, humidité, granulométrie du vrac, teneur en chlore et en métaux lourds).

Possibilité d'utilisation du matériau à la sortie :

Le volume et le type de matériaux bruts varient en fonction du domaine d'application ; les déchets co-incinérés industriellement sont pour la plupart intégrés par exemple dans le clinker de ciment. Les résidus minéraux des centrales énergétiques (cendres volatiles, cendres lourdes, sable de chaudière, granulés de chambre de fusion, gypse REA) servent de matériaux pour les constructions en béton, dans l'industrie minière, la construction routière, l'aménagement des sites, les travaux souterrains et les aménagements paysagers.

Possibilités d'élimination et de stockage du matériau à la sortie :

Il s'agit notamment des résidus issus de la purification des gaz de fumée dont il convient de garantir une élimination sûre (voir la fiche technique « Purification des gaz de fumée »)

Nécessité d'un traitement ultérieur :

Les fractions de matériau brut mises en décharge et relevant de la catégorie requise sont soumises aux procédures conventionnelles d'un traitement ultérieur.

²² Les voies de valorisation des matériaux et les opérations de prétraitement (mécanique) éventuellement nécessaires seront privilégiées ; il importe cependant que les résidus issus du tri et du traitement des matériaux mentionnés présentent des caractéristiques appropriées à améliorer le pouvoir calorifique après leur traitement et leur appauvrissement en teneur en chlore et en métaux lourds.

²³ Il convient d'abord d'examiner les options de valorisation (recyclage du bois) et, en particulier de privilégier la mise en valeur de la fraction de bois non traitée, à l'état naturel. Des procédés spécifiques de combustion monotype du bois (mono-incinération) sont également appropriés.

²⁴ Il convient d'abord d'examiner les options de traitement et de valorisation des matériaux et, le cas échéant, de les privilégier.

Protection particulière :

Il est nécessaire notamment de prendre des dispositions spéciales additionnelles de protection contre l'incendie sur les installations de co-incinération et les fours à combustion monotype, concernant le stockage des combustibles de substitution. Les gaz de fumée en provenance de la combustion seront traités et purifiés afin de supprimer les risques sanitaires et les effets nocifs sur les biens de l'environnement immédiat et de respecter les prescriptions légales (voir les fiches techniques sur « Purification des gaz de fumée » et « Directives de l'UE axées sur la technologie », notamment la directive concernant les émissions industrielles »).

Risques sanitaires :

Le dégagement des gaz de fumée représente un risque sanitaire d'importance pour les populations riveraines auquel il est possible de remédier par l'utilisation des techniques modernes de purification et par les mesures de protection. Les installations d'incinération équipées selon les règles de l'art actuelles ne présentent aucun risque sanitaire (voir la fiche technique « Purification des gaz de fumée »).

INFLUENCE DES FACTEURS EXTÉRIEURS SUR LES POSSIBILITÉS ET LES TYPES D'APPLICATION :

Infrastructures :

Aucune infrastructure supplémentaire n'est nécessaire du fait que la co-incinération a lieu dans la plupart des cas dans des installations existantes. Les surfaces nécessaires seront libérées et aménagées pour l'élargissement des aires de réception des combustibles et le stockage des combustibles de substitution.

Conditions climatiques :

Il n'existe aucune prescription ou limitation particulière de nature climatique. L'utilisation d'installation d'incinération monotype et de co-incinération est particulièrement intéressante dans les régions froides à forte demande énergétique et calorifique.

Mécanismes de financement appropriés :

Le financement de l'investissement supplémentaire et des équipements de co-incinération est réalisé par une augmentation du prix des combustibles de substitution par les opérateurs (taxe sur les combustibles de substitution) ou sur l'économie réalisée par la substitution. Le prix prélevé pour le traitement par les opérateurs peut être répercuté sur les émetteurs de déchets.

DÉTAILS TECHNIQUES

APERÇU GÉNÉRAL

DESCRIPTION
BRÈVE

La co-incinération des déchets après traitement dans les fours à titre de combustibles de substitution (CSR) est destinée généralement à obtenir l'énergie thermique nécessaire dans l'industrie. Les installations qui y sont prédestinées sont les centrales thermiques à la houille et au lignite, les cimenteries, les centrales thermiques spécialement aménagées pour la mono-incinération des combustibles de substitution (CSR) et plus rarement les tuileries-briqueteries, les hauts fourneaux de l'industrie sidérurgique, de l'acier et des métaux non-ferreux.

L'utilisation des combustibles de substitution réalise l'économie de combustibles primaires et met en valeur les déchets. La co-incinération dans les centrales thermiques est réalisée après certaines adaptations pour le stockage et l'alimentation, dans la plupart des cas par combustion sur grille (voir la fiche technique « Incinération sur grille ») combustion en lit fluidisé (voir la fiche technique « Combustion en lit fluidisé »), alors que dans les cimenteries plus particulièrement, on utilise la technique des fours rotatifs. Les gaz de fumée sont traités sur les installations existantes et seront élargies en fonction des caractéristiques du combustible.

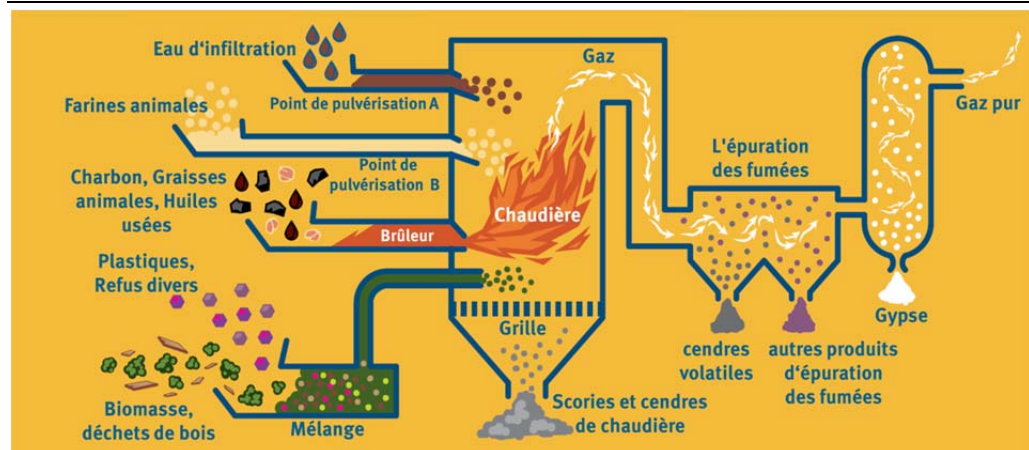
<p>CONDITIONS GÉNÉRAL</p>	<p>- Un traitement, mécanique pour l'essentiel, confère aux déchets devant être utilisés les caractéristiques chimiques et physiques satisfaisant aux spécifications d'installations pour en faire un combustible de substitution et des propriétés constantes pour la combustion. Le tableau ci-dessous donne quelques-unes des caractéristiques de qualité en question.</p> <p>Tableau 12: Critères de qualité les plus courants pour les combustibles de substitution</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Paramètre</th> <th>Unité</th> <th>Centrale thermique</th> <th>Cimenterie</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Granulométrie</td> <td>mm</td> <td>10 à 25</td> <td>env. 30</td> </tr> <tr> <td>Substances parasites</td> <td>-</td> <td colspan="2">Minéraux, métaux, bois, plastiques durs, pièces longue</td> </tr> <tr> <td>Teneur en cendres</td> <td>M.-% (TS)</td> <td>10 à 25</td> <td>10 à 25</td> </tr> <tr> <td>Teneur en humidité</td> <td>M.-% (TS)</td> <td>10 à 25</td> <td>10 à 25</td> </tr> <tr> <td>Pouvoir calorifique</td> <td>MJ/kg</td> <td>>18</td> <td>>20</td> </tr> <tr> <td>Teneur en chlore</td> <td>g/kg TS</td> <td>5 à 15</td> <td><10</td> </tr> <tr> <td>Teneur en métaux lourds</td> <td>mg/kg (TS)</td> <td colspan="2">Exigences spécifiques, par ex. conformément à la norme allemande RAL-GZ 724</td> </tr> </tbody> </table>	Paramètre	Unité	Centrale thermique	Cimenterie	Granulométrie	mm	10 à 25	env. 30	Substances parasites	-	Minéraux, métaux, bois, plastiques durs, pièces longue		Teneur en cendres	M.-% (TS)	10 à 25	10 à 25	Teneur en humidité	M.-% (TS)	10 à 25	10 à 25	Pouvoir calorifique	MJ/kg	>18	>20	Teneur en chlore	g/kg TS	5 à 15	<10	Teneur en métaux lourds	mg/kg (TS)	Exigences spécifiques, par ex. conformément à la norme allemande RAL-GZ 724	
Paramètre	Unité	Centrale thermique	Cimenterie																														
Granulométrie	mm	10 à 25	env. 30																														
Substances parasites	-	Minéraux, métaux, bois, plastiques durs, pièces longue																															
Teneur en cendres	M.-% (TS)	10 à 25	10 à 25																														
Teneur en humidité	M.-% (TS)	10 à 25	10 à 25																														
Pouvoir calorifique	MJ/kg	>18	>20																														
Teneur en chlore	g/kg TS	5 à 15	<10																														
Teneur en métaux lourds	mg/kg (TS)	Exigences spécifiques, par ex. conformément à la norme allemande RAL-GZ 724																															
<p>RÉSULTATS ATTENDUS</p>	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Réduction des besoins en énergies primaires</u> - <u>Sortie de centrale thermique :</u> <ul style="list-style-type: none"> - Production d'énergie fournie par les déchets - Résidus minéraux : scories, cendres volatiles, cendres lourdes (sable de chaudière), granulés de chambre de combustion et gypse REA. - Gaz de fumée - <u>Sortie de cimenterie :</u> <ul style="list-style-type: none"> - Les cendres du combustible sont injectées dans le clinker de ciment, si bien que l'utilisation dans ce secteur ne donne pratiquement aucun résidu. 																																
<p>AVANTAGES PARTICULIERS</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Substitution des énergies primaires (avec économie, parfois même recettes sur l'utilisation des combustibles de substitution). - Réduction de la quantité de déchets devant être stockés, d'où une réduction des quantités dirigées vers les décharges. - Réduction de la teneur en polluants et de la réactivité des déchets, voire même utilisation sans production de détritrus. - Prix de revient nettement moins élevé que les installations d'incinération conventionnelles. 																																
<p>INCONVÉNIENTS SPÉCIFIQUES</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Possibilité de modification du produit final (ciment, briques, scories d'aciérie). - Accroissement de la charge (thermique) / forte sollicitation des fours et conduite des gaz de fumée. - Risque plus élevé de corrosion, d'où un accroissement des travaux de maintenance. - Les gaz de fumée ont en partie une charge supérieure à celle de la mono-incinération, d'où la nécessité à l'avenir d'une dérivation destinée aux métaux lourds critiques (par ex. le mercure) dans l'industrie du ciment. - Cendres et scories réactives. - Investissement supplémentaire et conduite de procédé délicate. - Risque accru d'interruption de l'exploitation par suite de la nature du combustible. 																																
DÉTAIL DES APPLICATIONS																																	
<p>PROCÉDURES TECHNIQUES</p>	<p>Les techniques de traitement préparatoire des déchets et les possibilités d'obtenir un combustible de substitution ont été évoquées dans plusieurs autres fiches techniques « <u>Tri des déchets encombrants</u> » et « <u>Traitement mécano-biologique</u> ») Pour la combustion proprement dite, on applique les techniques déjà évoquées d'incinération sur grille (voir la fiche technique « <u>Incinération sur grille</u> ») et combustion en lit fluidisé (voir la fiche technique « <u>Combustion en lit fluidisé</u> »). Les techniques suivantes sont utilisées pour la co-incinération :</p>																																

SUITE
PROCEDURES
TECHNIQUES

Dans les centrales thermiques :

- Technique n° 1 : Utilisation et optimisation des équipements existants pour la co-incinération de combustibles de substitution
- Technique n° 2 : Traitement du combustible de substitution dans un gazéificateur en amont ou une installation de pyrolyse et co-incinération du gaz généré ou du coke de pyrolyse sur la chaudière existante. (note additionnelle importante : jusqu'à aujourd'hui, il n'y a guère d'applications à grande échelle entièrement fonctionnelles de cette technique).
- Technique 3 : Co-incinération du combustible de substitution sur lit fluidisé dans une chaudière.
- Technique 4 : Co-incinération du combustible de substitution dans une chaudière à lit fluidisé séparée avec traitement des gaz de fumée et utilisation de la chaudière existante (couplage).

Figure 22: Exemple d'un procédé de co-incinération industrielle dans une centrale thermique



Dans les cimenteries :

Dans les cimenteries, les combustibles de substitution sont utilisés pour la calcination du clinker et la fabrication du ciment. Le principal équipement utilisé est ici le four rotatif à tube. Il est composé d'un tube rotatif légèrement incliné dans le sens de la longueur, la rotation assurant le transport du combustible et des déchets déchargés à l'entrée du four rotatif, entre l'amenée et la sortie. L'injection de déchets solides sur l'alimentation du four rotatif permet de régler l'adjonction de combustibles fossiles et la distribution sur le four et le calcinateur. La distribution est l'un des paramètres pour la commande de l'installation afin de maintenir constantes les conditions de la combustion et d'obtenir un rendement uniforme.

Le rapport de l'élément et le rapport des valeurs calorifiques des combustibles fossiles et des combustibles de substitution jouent un rôle essentiel dans l'utilisation des combustibles de substitution. Les combustibles de substitution brûlent dans le four rotatif où la température est extrêmement élevée (température de la flamme >2000 °C), sans dégager de gaz toxiques. L'oxyde d'azote est prélevé sur les gaz d'échappement par procédé DeNO_x.

La déshydratation, le réchauffement et le dégazage des parties volatiles du combustible de substitution commencent sur l'alimentation du four rotatif et les gaz libérés rejoignent les gaz de combustion du four pour passer au calcinateur. Les composants volatils brûlent dans le calcinateur. Le dégazage des parties solides, la combustion des gaz de réaction et la transformation des matériaux ont lieu dans la partie sortie du four. Le contre-exemple peut être fourni par une installation de gazéification des combustibles de substitution, montée en amont, en vue de produire un gaz inflammable, comme dans le cas de la cimenterie de Rüdersdorf.

COURANTS ET QUANTITÉS DE MATERIAU	- Le taux de remplacement des combustibles courants ou primaires est fonction de la technologie de co-incinération appliquée des combustibles de substitution, suivant la nature du combustible de substitution, les caractéristiques de la combustion et la conduite générale du procédé. Alors que le taux de substitution dans les centrales thermiques est compris entre 5 et 25% par rapport à la puissance thermique nominale, les cimenteries remplacent déjà en partie jusqu'à 75 %, voire plus, de leurs besoins en combustibles (2014) de cette manière.
LIENS ET POSSIBILITÉS DE COMBINAISON AVEC D'AUTRES TECHNIQUES	- La co-incinération dans les techniques énergétiques par combustion est indiquée principalement pour les substances de pouvoir calorifique moyen et supérieur ; parallèlement les combustibles de substitution sont employés dans des mono-centrales thermiques spécialement conçues, utilisant le plus souvent une incinération sur grille ou une combustion en lit fluidisé (voir les fiches techniques « <u>Incinération sur grille</u> » et « <u>Combustion en lit fluidisé</u> »).
GRANDS REPÈRES POUR LES APPLICATIONS : UTILISATION DES RESSOURCES	
BILAN ENERGETIQUE	- Bilan énergétique positif par économie de combustibles primaires, de l'énergie nécessaire pour l'extraction et le traitement des combustibles, l'utilisation des déchets se renouvelant constamment, et par leurs capacités énergétiques.
ÉMISSION DE CO ₂	- Réduction des émissions de CO ₂ jusqu'à 35 % par injection partielle de combustibles de substitution. La co-incinération des combustibles de substitution supprime les émissions des combustibles primaires et du traitement des déchets ayant des effets négatifs sur le climat.
AUXILIAIRES OU AUTRES CONSOMMABLES NÉCESSAIRES	- La co-incinération des combustibles de substitution dans les fours industriels ne nécessite aucun auxiliaire ou consommable supplémentaire. Par contre, il faut soumettre les déchets à un traitement plus poussé.
DEMANDE EN MAIN-D'ŒUVRE	- Faible demande de personnel sur les installations de traitement, pour la réception et le chargement des combustibles de substitution (assurance de la qualité, transfert sur chargeur sur roues, maintenance et entretien des équipements de dosage des combustibles de substitution).
ENCOMBREMENT AU SOL	- Aire de stockage supplémentaire pour les combustibles de substitution, en fonction des paramètres de l'installation, par exemple un stockage en silo des farines animales. - Espace supplémentaire nécessaire dans l'aire de réception.
GRANDS REPÈRES POUR LES APPLICATIONS : COÛTS	
INVESTISSEMENT	Un investissement supplémentaire est nécessaire pour la co-incinération des combustibles de substitution sur les installations industrielles, à savoir : - Planification et création de l'aire de réception, de la manutention et des doseurs. - Si nécessaire, extension de la purification des gaz de fumée et des équipements techniques de mesure des émissions. L'investissement spécifique supplémentaire se situe entre 1,3 et 6 millions EUR pour une installation de co-incinération existante, soit 25 à 45 EUR/Mg de combustible de substitution (version 2008), frais de stockage et équipements de prévention de l'incendie inclus.
COÛTS D'EXPLOITATION	Légère majoration des frais de fonctionnement par le personnel supplémentaire, par l'augmentation des coûts de maintenance et d'investissement. Les centrales thermiques peuvent enregistrer une perte sur leurs recettes traditionnelles et une augmentation des tâches de traitement ultérieur par suite de la modification des voies de traitement des résidus (en particulier les cendres volatiles).

<p>RECETTES POSSIBLES</p>	<p>La reprise des combustibles issus des déchets pour leur co-incinération permet aux exploitants des installations de co-incinération de réaliser des recettes sous forme d'une taxe de traitement. Les fourchettes de prix suivantes fournissent une orientation approximative (version 2011) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Centrale au lignite avec mise à feu par pulvérisation : 5 à 15 EUR/Mg - Centrales thermiques à charbon avec mise à feu par pulvérisation : la nécessité d'une plus grande profondeur de traitement des combustibles de substitution ne génère toujours des recettes. - Centrales thermiques à charbon à combustion en lit fluidisé : 0 à 10 EUR/Mg
<p>COÛT TOTAL RAPPORTÉ AU POIDS</p>	<p>Impossible de mentionner le coût car il est très variable selon l'installation.</p>
<p>AUTRES DÉTAILS</p>	
<p>APERÇU SUR LE MARCHÉ</p>	
<p>APPLICATIONS DE RÉFÉRENCE</p>	<p>Un grand nombre d'installations industrielles pratiquent la co-incinération et cette technique est en progression dans le reste de l'Europe et dans le monde entier. Exemples en Allemagne :</p> <p><u>Industrie du ciment</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Cemex Zementwerke Rüdersdorf - Dyckerhoff Zementwerke Deuna www.dyckerhoff.de <p><u>Centrales thermiques</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Kraftwerk Jänschwalde www.vattenfall.com - Kraftwerk Werne www.rwe.com <p><u>Industrie sidérurgique</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - DK Recycling und Roheisen GmbH, Duisbourg www.dk-duisburg.de
<p>FABRICANTS ET OPERATEURS AT-TESTES</p> <p><i>(Important : La liste qui suit n'est nullement exhaustive.)</i></p>	<p>Sélection de fabricants pour les composants et les installations complètes de combustion monotype et co-incinération des combustibles de substitution :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Steinmüller - Babcock Environment GmbH, Gummersbach www.steinmueller-babcock.com - Oschatz GmbH www.oschatz.com
<p>REMARQUES ET AUTRE DOCUMENTATION DE RÉFÉRENCE</p>	
<p>Gütegemeinschaft Sekundärbrennstoffe und Recyclingholz e.V. (BGS) (groupe des combustibles de substitution et du bois de recyclage), www.bgs-ev.de est l'organisation spécialisée du secteur professionnel, compétente pour toute information complémentaire sur les combustibles de substitution homologués. www.bgs-ev.de</p>	

TRAITEMENT THERMIQUE DES DÉCHETS – INCINÉRATION SUR GRILLE^{*)}

DOMAINE D'APPLICATION ET UTILISATIONS	<ul style="list-style-type: none"> - Réduction de volume et de la dangerosité des déchets déchargés par minéralisation, destruction et séparation des polluants organiques et d'une grande partie des polluants inorganiques. - Production énergétique à partir des déchets <p>*) La purification des gaz de fumée est une étape du processus à intégrer ; elle sera décrite séparément (voir la fiche technique « <u>Purification des gaz de fumée</u> »).</p>
---------------------------------------	---

CARACTÉRISTIQUE DU CADRE GÉNÉRAL DE L'APPLICATION

APPLICABLE NOTAMMENT AUX TYPES DE DÉCHETS SUIVANTS

Verre usagé		Emballages légers		Déchets alimentaires et épluchures	
Papier et carton	X ²⁵	Ordures ménagères composites	X	Déchets encombrants	X ¹
Lampes usagées		Textiles usagés		Déchets d'équipements électriques et électroniques	
Ferraille		Bois usagés	X ²⁶	Déchets de construction et gravats	X ¹
Huiles de vidange	X ²⁷	Peintures et vernis usagés	X	Pneumatiques usés	
Déchets dangereux	X	Partiellement, uniquement les fractions combustibles.			
Déchets de fabrication et spécifiques de certaines activités	X	Matériaux combustibles			
Autres types de déchets	X	Matériaux combustibles			

CARACTÉRISTIQUES ET SPÉCIFICATIONS SPÉCIALES POUR L'UTILISATION :

Nécessité d'un traitement préliminaire :

Les matériaux parasites seront retirés préalablement (par exemple les grosses pièces métalliques) ; le matériau brut ne doit comporter aucune substances radioactive (contrôle de réception !), les déchets encombrants seront prébroyés.

Possibilité d'utilisation du matériau à la sortie :

Les cendres et les scories d'incinération seront déchargées ou partiellement recyclées après nouveau traitement. Le traitement consiste à séparer les métaux, à concasser et homogénéiser les sous-produits pour obtenir un matériau servant dans le BTP (par exemple la construction routière).

Possibilités d'élimination et de stockage du matériau à la sortie :

Les résidus d'incinération (scories, cendres) peuvent être stockés en décharge ; les substances prélevées lors de la purification des gaz de fumée sont des déchets dangereux qui seront dirigés vers les installations spéciales de stockage appropriées et homologuées. Le recyclage sera privilégié dans des mines de remblayage ou dans une décharge souterraine (voir la fiche technique « Décharge pour déchets dangereux »).

Nécessité d'un traitement ultérieur :

Les fractions de matériau brut mises en décharge et relevant de la catégorie requise sont soumises aux procédures conventionnelles d'un traitement ultérieur.

²⁵ Les voies de valorisation des matériaux et les étapes de prétraitement (mécanique) éventuellement nécessaires seront privilégiées. L'incinération sur grille ne sera utilisée que pour le traitement des résidus combustibles provenant du triage de ces déchets.

²⁶ Il convient d'abord d'examiner les options de valorisation (recyclage du bois) et en particulier de privilégier la mise en valeur de la fraction de bois non traitée, à l'état naturel. Des procédés spécifiques de combustion monotype du bois (mono-incinération) sont également appropriés.

²⁷ Dans de faibles proportions, il convient d'abord d'examiner les options de traitement ou d'autres techniques de valorisation thermique (par ex. la co-incinération industrielle – voir la fiche technique « Co-incinérateur industrielle ») et, le cas échéant, de les privilégier.

Protection particulière :

Les gaz de fumée en provenance de la combustion seront traités et purifiés afin de supprimer les risques sanitaires et les effets nocifs sur les biens de l'environnement immédiat et de respecter les prescriptions légales (voir les fiches techniques sur « Purification des gaz de fumée » et « Directives de l'UE axées sur la technologie », notamment la directive concernant les émissions industrielles ». Les installations d'incinération des déchets seront implantées à une distance suffisante de l'habitat, en particulier pour des raisons de bruit.

Risques sanitaires :

Le dégagement des gaz de fumée non traités représente un risque sanitaire d'importance pour les populations riveraines auquel il est possible de remédier par l'utilisation des techniques modernes de purification et par les mesures de protection. Les installations d'incinération équipées selon les règles de l'art actuelles ne présentent aucun risque sanitaire (voir la fiche technique « Purification des gaz de fumée »).

INFLUENCE DES FACTEURS EXTÉRIEURS SUR LES POSSIBILITÉS ET LES TYPES D'APPLICATION :

Infrastructures :

L'apport minimal de matériaux bruts pour assurer la rentabilité d'une installation d'incinération est d'env. 50.000 t/a, par conséquent on choisira pour l'implantation la proximité des grandes zones de collecte (dans les grandes agglomérations ou à proximité). En règle générale, on y trouve les infrastructures nécessaires et un bon raccordement à la route, au rail ou à la voie d'eau et des destinataires pour le courant et la vapeur produits par l'installation d'incinération. Une augmentation du trafic doit être prise en considération.

Conditions climatiques : Aucune exigence ou limitation particulières.

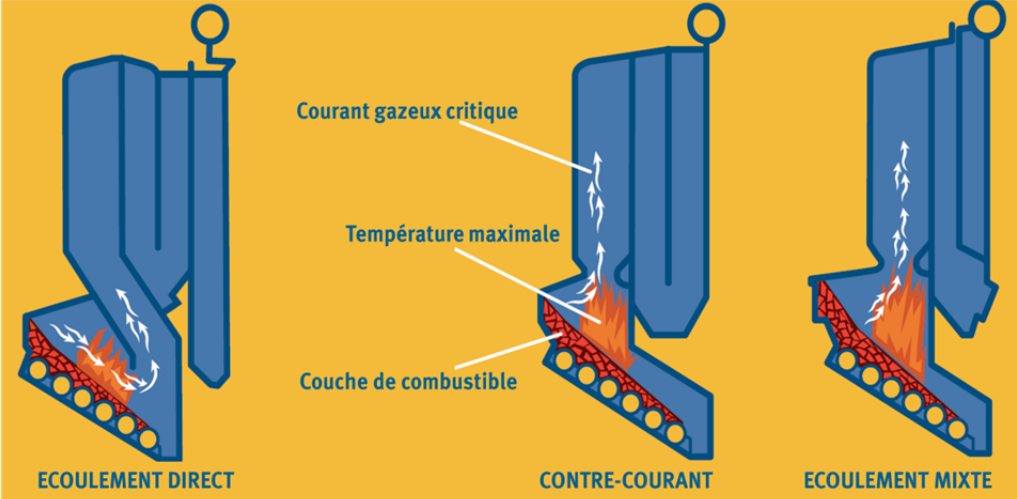
Mécanismes de financement appropriés :

Le financement sera assuré par le prélèvement de taxes sur les émetteurs de déchets ; une taxe d'incinération contribue à réorienter les déchets non recyclables et inutilisables vers l'incinération.

DÉTAILS TECHNIQUES

APERÇU GENERAL

DESCRIPTION BRÈVE	L'incinération sur grille est une des techniques d'incinération les plus courantes et caractérisée ici est également utilisée aussi dans l'incinération grand volume des déchets urbains et industriels mélangés solides ; de par son champ d'application, cette technique occupe jusqu'à présent au plan mondial la première place. Elle permet la production d'énergie à partir des déchets (notamment aussi le couplage force – chaleur). Contrairement aux autres techniques d'incinération, cette technique consiste à calciner les déchets en chambre, sur grille de combustion.
CONDITIONS GÉNÉRALES	<ul style="list-style-type: none"> - Caractéristiques du matériau brut : <ul style="list-style-type: none"> - pouvoir calorifique : > 6 MJ/kg et plus de 12 MJ/kg avec grilles refroidies à l'air - 6 MJ/kg à 25 MJ/kg avec grilles refroidies à l'eau - Granulométrie : < 300 mm, dans des cas exceptionnels, jusqu'à 1000 mm - Intégration d'une purification des gaz de fumée (voir la fiche technique « <u>Purification des gaz de fumée</u> ») - é sur le site : <ul style="list-style-type: none"> - de restituer au réseau l'énergie excédentaire (vapeur et eau chaude) et, par ce biais aux clients externes, le refroidissement urbain produit. - En remplacement ou en complément : de branchement au réseau électrique public pour restituer l'électricité produite
RÉSULTATS ATTENDUS	<ul style="list-style-type: none"> - <u>A la sortie :</u> <ul style="list-style-type: none"> - Scories - Cendres de chaudière - Gaz de fumée - <u>Spécifications de qualité des matériaux à la sortie :</u> <ul style="list-style-type: none"> - Scories : C < 3 %-poids, sur les systèmes évolués, la perte au feu ou le COT est inférieur à 0,5 %-poids

<p>AVANTAGES PARTICULIERS</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Réduction des émissions de polluants et de la réactivité des déchets et réduction poussée du volume des déchets stockés grâce à une technique fiable et éprouvée (sécurité de l'élimination). - Possibilité d'utiliser la teneur en énergie des déchets pour produire du courant et de la chaleur et du froid. - Récupération des métaux ferreux et non ferreux issus du traitement des cendres et des scories. - Traitement des fractions polluantes pour les éliminer des circuits de valorisation.
<p>INCONVÉNIENTS SPÉCIFIQUES</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Investissement élevé (en particulier pour satisfaire aux normes de protection). - Présence partielle de problèmes d'acceptation par les riverains et nécessité de les surmonter.
<p>DETAIL DES APPLICATIONS</p>	
<p>PROCÉDURES TECHNIQUES</p>	<p>Alimentation continue par injection des déchets sur la grille de combustion, possible 24 h sur 24, alors que la livraison des déchets est discontinuë (en général dans la journée uniquement), d'où la nécessité d'intercaler une soute souterraine en amont de l'installation. L'alimentation peut alors être régularisée ; de plus, la soute permet le mélange et l'homogénéisation des déchets (pour parvenir à un pouvoir calorifique approximativement stable) avant incinération.</p> <p>L'incinération sur grille de combustion est la plus efficace à une température de 850 à 950 °C. La grille se déplace lentement et éjecte au terme de son trajet les résidus d'incinération. Les gaz de fumée provenant du procédé d'incinération sont amenés vers la zone de postcombustion, où ils brûlent à 850°C. Les gaz de fumée sont refroidis dans la chaudière à vapeur à une température de 200 à 400 °C et, dans la plupart des cas, donnent une vapeur surchauffée (max. 40 bar, 400 °C). La vapeur peut être utilisée pour la production d'électricité, de vapeur de traitement ou d'eau chaude pour le chauffage urbain.</p> <p>Il existe actuellement plusieurs systèmes d'incinération sur grille qui ont donné toute satisfaction. Les installations se distinguent par la conduite du gaz de combustion et le transport des déchets sur la grille. Trois grands systèmes de conduite des gaz de fumée sont proposés.</p> <p>Figure 23: Variantes de de conduite des gaz de fumée</p>  <p>La figure montre la répartition des équipements principaux de transport des déchets et des gaz de fumée pour les techniques écoulement direct, contre-courant et écoulement mixte.</p> <ul style="list-style-type: none"> - L'<u>écoulement direct</u> est intéressant pour les déchets présentant un pouvoir calorifique élevé (> 9 MJ/kg). Les gaz de fumée de combustion incomplète sont forcés de passer dans la zone des températures les plus élevées, ce qui garantit une combustion plus poussée des gaz de fumée et des scories. La chambre de postcombustion d'une technique séparée peut alors être supprimée.

<p>SUITE PROCÉDURES TECHNIQUES</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Les <u>systèmes à contre-courant</u> sont conseillés pour les déchets de faible pouvoir calorifique. La température élevée des gaz de fumée est utilisée pour forcer la déshydratation et la combustion des déchets. Ces techniques comportent un risque d'hétérogénéité des gaz de fumée, d'où la nécessité absolue d'intercaler une post-combustion. - Les <u>systèmes à écoulement mixtes</u> sont recommandés pour les déchets présentant de fortes fluctuations du pouvoir calorifique <p>Les déchets sont transportés sur la grille de combustion de manière à assurer une bonne homogénéisation et le passage continu des différentes zones de température. Il existe à ce niveau trois systèmes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La <u>grille de chargement</u> avec laquelle les barres de la grille de combustion font avancer les déchets. Il n'est pas nécessaire que la grille soit inclinée, encore que les fabricants soient nombreux à la proposer. La vitesse de passage peut s'accroître par augmentation d'amplitude des mouvements de la grille. Cette technique permet de commander la durée de passage dans le four et de l'adapter aux injections de déchets. La grille d'avance est actuellement le système le plus répandu pour les nouvelles installations. - Avec la <u>grille de recul</u>, le transport des déchets est réalisé par gravimétrie. Il est nécessaire que la grille soit inclinée du fait que les mouvements des déchets et de la grille sont antagonistes. La grille de recul est plutôt recommandée pour les déchets humides. Les grilles refroidies à l'eau peuvent être utilisées pour les deux types de grille. - La <u>grille rotative</u> assure le transport des déchets par la structure superficielle de la grille et le mouvement de cylindres. Les cylindres font avancer les déchets. L'accélération des cylindres a pour conséquence un transport plus rapide mais n'assure pas une meilleure homogénéisation
<p>COURANTS ET QUANTITÉS DE MATÉRIAU</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Matériau brut : <ul style="list-style-type: none"> - Ordures ménagères - Eau (générateur de vapeur, refroidissement), la consommation d'eau fraîche est au moins de 1 m³/h pour un rendement de 1 Mg/h. - A la sortie : <ul style="list-style-type: none"> - 200 à 350 kg de scories par Mg de matériau brut - 25 à 40 kg de cendres et de poussières provenant de la chaudière et de la purification des gaz de fumée par Mg de matériau brut (source VDI 3460) - 4 500 à 6 000 m³ de gaz de fumée /Mg de matériau brut - Eau (provenant de la génératrice de vapeur)
<p>DOMAINE D'APPLICATION</p>	<p>La capacité minimale pour assurer la rentabilité d'exploitation est de 50 000 Mg/a = 6,5 Mg/h, les plus grandes installations ayant une capacité de 225 000 Mg/a = 30 Mg/h par ligne, sans limitation pour le nombre des lignes de traitement qui sont installées. Les plus grandes installations ont actuellement une capacité totale (toutes lignes confondues) de 800 000 à 1 000 000 Mg/a.</p> <p>Les nouvelles grilles refroidies à l'eau permettent de nos jours de brûler les déchets composites de pouvoir calorifique supérieur jusqu'à environ 16 MJ/kg. alors qu'auparavant, le pouvoir calorifique était maintenu à env. 12 MJ/kg pour ne pas dépasser la charge thermique admissible sur la grille refroidie à l'air avec pour conséquence l'endommagement ou l'usure prématurée.</p>
<p>LIENS ET POSSIBILITÉS DE COMBINAISON AVEC D'AUTRES TECHNIQUES</p>	<p>L'incinération sur grille peut être combinée avec toutes les mesures et techniques de traitement des déchets en aval. Elle est donc conçue pour pouvoir exploiter l'énergie et minéraliser toutes les substances combustibles qui ne peuvent pas être traitées par d'autres techniques. Elle est aussi intéressante en combinaison avec les techniques et les industries proches qui nécessitent un taux d'énergie thermique appréciable et sont utilisatrices de l'énergie d'installations d'incinération, ou en liaison avec la fourniture en charge de base des réseaux de chauffage (de refroidissement) urbain.</p> <p>Dans tous les cas, l'incinération sur grille doit être combinée à la purification des gaz de fumée qui contiennent un taux élevé de polluants induits par la combustion (voir la fiche technique « <u>Purification des gaz de fumée</u> »).</p>

GRANDS REPÈRES POUR LES APPLICATIONS : UTILISATION DES RESSOURCES	
BILAN ÉNERGÉTIQUE	<p>Bilan énergétique à l'aide d'un exemple (version 2010, d'après Alwast, Riemann²⁸)</p> <p><u>Matériau brut :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Ordures ménagères 100 % - Auxiliaire énergétique, par exemple le gaz naturel < 3 % du matériau brut ordures ménagères <p><u>A la sortie :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Pertes par les gaz de fumée et la combustion : 18% - Vapeur : 82%, dont <ul style="list-style-type: none"> - 1,6% pour la consommation de vapeur sur place - jusqu'à 29% d'électricité, dont <ul style="list-style-type: none"> →81% de sortie de courant →19% pour la consommation sur place - jusqu'à 69% de rejets thermiques <p>Il est aussi possible et souhaitable de réaliser la combinaison avec la production d'électricité et de chaleur, avec cette restriction toutefois que l'augmentation de la part de vapeur destinée à la récupération de la chaleur est liée à une diminution de la capacité de production du courant électrique. Les combinaisons équilibrées des installations moyennes sont par exemple : 5 % de courant électrique, 35 % d'émissions de chaleur ou 10 % de courant électrique plus 20 % d'émissions de chaleur. Les installations modernes présentent des valeurs sensiblement meilleures, selon les sites.</p>
ÉMISSION DE CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> - Le taux de composants de régénération dans les déchets (la moyenne s'établissant en Europe à 50 %) permet de parvenir à un bilan de CO₂ plus positif que celui de la production d'énergie à partir de combustibles fossiles.
AUXILIAIRES OU AUTRES CONSOMMABLES NÉCESSAIRES	<ul style="list-style-type: none"> - Fuel ou gaz naturel pour la montée en puissance et l'assistance de la combustion et pour l'assistance de la combustion lors d'une baisse de la température au niveau de la post-combustion. - Pour la purification des gaz de fumée : Adsorbants et autres réactifs (entre autres calcaire et urée, détails et quantités, voir la fiche technique « Purification des gaz de fumée »).
DEMANDE EN MAIN-D'ŒUVRE	<ul style="list-style-type: none"> - Pour un service de 24/7, au moins 15 ouvriers qualifiés par ligne de production et pour le service journalier, y compris au moins 1 ingénieur et 2 conducteurs d'installation ; personnel supplémentaire pour la gestion administrative et le contrôle de réception. Le nombre de lignes influe moins sur la demande de main-d'œuvre que la technique de purification des gaz de fumée installée. - Notamment le personnel assumant la direction technique requiert un personnel spécifiquement qualifié.
ENCOMBREMENT AU SOL	<p>La surface minimale nécessaire est</p> <ul style="list-style-type: none"> - d'env. 10 000 m² pour un rendement de 50 000 Mg/a et - d'env. 30 000 m² pour un rendement de 200 000 Mg/a

²⁸ Verbesserung der umweltrelevanten Qualitäten von Schlacken aus Abfallverbrennungsanlagen, (amélioration de la qualité environnementale des scories issues des installations d'incinération de déchets), textes 50/2010, Umweltbundesamt (Hrsg.), <http://www.uba.de/uba-info-medien/4025.html>.

GRANDS REPÈRES POUR LES APPLICATIONS : COÛTS	
INVESTISSEMENT	<ul style="list-style-type: none"> - Fluctuations fortes en fonction de la technique industrielle utilisée ; pour la construction d'une nouvelle installation, l'investissement peut être d'env. 50 millions EUR à 200 millions EUR (et plus). <p>La moyenne en Allemagne de l'investissement spécifique pour 10 installations neuves à partir de 2005 était compris entre 350 EUR/Mg et 600 EUR/Mg de débit par an (purification des gaz de fumée inclus). Les documents de référence indiqués ci-dessous fournissent des valeurs comparatives supplémentaires.</p>
COÛTS D'EXPLOITATION	<ul style="list-style-type: none"> - Les coûts d'exploitation varient substantiellement ; ils se situaient en Allemagne en 2010 entre 34 EUR/Mg et 102 EUR/Mg, comparés aux 6 installations d'incinération. - Réparation et maintenance <ul style="list-style-type: none"> - Pour chaque équipement env. 1 % de l'investissement/a - Machines et équipements électrotechniques : env. 3 à 4 % de l'investissement/a - Personnel, coût tributaire du marché du travail local <p>Les documents de référence indiqués ci-dessous fournissent des valeurs comparatives supplémentaires.</p>
RECETTES POSSIBLES	<ul style="list-style-type: none"> - Vente de l'électricité au réseau, de la vapeur et de la chaleur.
COÛT TOTAL RAPPORTÉ AU POIDS	<ul style="list-style-type: none"> - à titre indicatif entre 80 et 150 EUR /Mg (purification des gaz de fumée comprise). - En général, le bilan d'exploitation s'améliore sur les grandes installations avec une purification simple des gaz de fumée et un bon rendement de la vente du courant et de la vapeur.
AUTRES DÉTAILS	
APERÇU SUR LE MARCHÉ	
APPLICATIONS DE RÉFÉRENCE	<p>L'incinération des déchets d'agglomération solides par combustion sur grille est pratiquée dans le monde entier. L'Allemagne utilise à elle seule près de 100 installations (version 2016) qui incinèrent les déchets par combustion sur grille. Sélection d'exemples :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Magdeburg Rothensee (650.000 Mg/a, 4 lignes) www.mhkw-rothensee.de - Hamburg Borsigstraße (320.000 Mg/a; 2 lignes) www.mvr-hh.de - TREA Breisgau (175,000 Mg/a, 1 ligne) www.eew-energyfromwaste.com <p>De grandes installations de combustion sur grille se trouvent aussi :</p> <ul style="list-style-type: none"> - en France, en Suisse, aux Pays-Bas, en Autriche, en Italie, en Chine, au Japon et en Scandinavie.
FABRICANTS ET OPÉRATEURS ATTESTÉS <i>(IMPORTANT : LA LISTE D'ÉTABLISSEMENTS QUI SUIT N'EST NULLEMENT EXHAUSTIVE.)</i>	<p>Sélection de fabricants pour les composants et les installations complètes en technique de combustion sur grille :</p> <ul style="list-style-type: none"> - MARTIN GmbH für Umwelt- und Energietechnik, Munic www.martingmbh.de - Steinmüller - Babcock Environment GmbH, Gummersbach www.steinmueller-babcock.com - Oschatz GmbH www.oschatz.com - Hitachi Zosen Inova Kraftwerkstechnik GmbH, Landsberg www.hz-inova.com
REMARQUES ET AUTRE DOCUMENTATION DE RÉFÉRENCE	
<p>Documentation de référence essentielle disponible par ex. sous forme de norme VDI 3460 et de Document BREF sur meilleures techniques disponibles d'incinération des déchets/Reference Document on the Best Available Techniques for Waste Incineration</p> <p>Liens vers les opérateurs et informations détaillées à l'adresse :</p> <ul style="list-style-type: none"> - ITAD - Interessengemeinschaft der thermischen Abfallbehandlungsanlagen in Deutschland e.V. (Réunion des installations de traitement thermique de déchets en Allemagne) www.itad.de - CEWEP - Confederation of European Waste-to-Energy Plants www.cewep.com 	

TRAITEMENT THERMIQUE DES DÉCHETS – COMBUSTION EN LIT FLUIDISÉ^{*)}

DOMAINE D'APPLICATION ET UTILISATIONS	<ul style="list-style-type: none"> - Réduction de volume et de la dangerosité des déchets déchargés par minéralisation, destruction et séparation des polluants organiques et d'une grande partie des polluants inorganiques. - Production énergétique à partir des déchets <p>*) La purification des gaz de fumée est une étape du processus à intégrer ; elle sera décrite séparément (voir la fiche technique « <u>Purification des gaz de fumée</u> »)</p>
---------------------------------------	--

CARACTÉRISTIQUE DU CADRE GÉNÉRAL DE L'APPLICATION

APPLICABLE NOTAMMENT AUX TYPES DE DÉCHETS SUIVANTS

Verre usagé		Emballages légers		Déchets alimentaires et épluchures	
Papier et carton		Ordures ménagères composites	X	Déchets encombrants	X ²⁹
Lampes usagées		Textiles usagés		Déchets d'équipements électriques et électroniques	
Ferraille		Bois usagés	X ³⁰	Déchets de construction et gravats	X ¹
Huiles de vidange	X ³¹	Peintures et vernis usagés	X	Pneumatiques usés	
Déchets dangereux	X	Partiellement, uniquement les fractions combustibles.			
Déchets de fabrication et spécifiques de certaines activités	X	Matériaux combustibles appropriés, particulièrement les composites de faible volume (par exemple les refus de papeterie).			
Autres types de déchets	X	Matériaux combustibles, notamment les boues de décantation prédéshydratées ou séchées.			

CARACTÉRISTIQUES ET SPÉCIFICATIONS SPÉCIALES POUR L'UTILISATION :

Nécessité d'un traitement préliminaire :

: Les matériaux parasites seront retirés préalablement (par exemple les grosses pièces métalliques) ; le matériau brut ne doit comporter aucune substance radioactive (contrôle de réception !) il sera concassé pour être amené à la granulométrie souhaitée pour le lit fluidisé.

Possibilité d'utilisation du matériau à la sortie :

Les cendres d'incinération et les scories de calcination seront déchargées ou recyclées après nouveau traitement. Toutefois, les applications sont limitées comparativement aux cendres issues de la combustion sur grille (voir la fiche technique « Combustion sur grille »).

Possibilités d'élimination et de stockage du matériau à la sortie :

Les résidus d'incinération (scories, cendres) peuvent être stockés en décharge ; les substances prélevées lors de la purification des gaz de fumée sont des déchets dangereux qui seront dirigés vers les installations spéciales de stockage appropriées et homologuées. On privilégie le recyclage dans des mines de remblayage ou dans une décharge souterraine (voir la fiche technique « Décharge pour déchets dangereux »).

Nécessité d'un traitement ultérieur :

Les fractions de matériau brut mises en décharge et relevant de la catégorie requise sont soumises aux procédures conventionnelles d'un traitement ultérieur.

²⁹ Les voies de valorisation des matériaux et les étapes de prétraitement (mécanique) éventuellement nécessaires seront privilégiées. La combustion en lit fluidisé ne sera utilisée que pour le traitement des résidus combustibles provenant du triage de ces déchets.

³⁰ Il convient d'abord d'examiner les options de valorisation (recyclage du bois) et, en particulier de privilégier la mise en valeur de la fraction de bois non traitée, à l'état naturel. Des procédés spécifiques de combustion monotype du bois (mono-incinération) sont également appropriés.

³¹ Dans de faibles proportions, il convient d'abord d'examiner les options de traitement ou d'autres techniques de valorisation thermique (par ex. la co-incinération industrielle – voir la fiche technique « Co-incinération industrielle ») et, le cas échéant, de les privilégier.

Protection particulière :

Les gaz de fumée en provenance de la combustion seront traités et purifiés afin de supprimer les risques sanitaires et les effets nocifs sur les biens de l'environnement immédiat et de respecter les prescriptions légales (voir les fiches techniques sur « Purification des gaz de fumée » et « Directives de l'UE axées sur la technologie, notamment la directive concernant les émissions industrielles »). Les installations d'incinération des déchets seront implantées à une distance suffisante de l'habitat, en particulier pour des raisons de bruit.

Risques sanitaires :

Le dégagement des gaz de fumée non traités représente un risque sanitaire d'importance pour les populations riveraines auquel il est possible de remédier par l'utilisation des techniques modernes de purification et par les mesures de protection. Les installations d'incinération équipées selon les règles de l'art actuelles ne présentent aucun risque sanitaire (voir la fiche technique « Purification des gaz de fumée »).

INFLUENCE DES FACTEURS EXTÉRIEURS SUR LES POSSIBILITÉS ET LES TYPES D'APPLICATION :

Infrastructures :

La rentabilisation des installations d'incinération des déchets requiert une certaine capacité minimale (en règle générale plusieurs dizaines de milliers Mg par an). Les sites industriels sont, à cet égard, des sites de collecte appropriés pour cette technologie. En règle générale, on y trouve les infrastructures nécessaires et un bon raccordement à la route, au rail ou à la voie d'eau et des destinataires pour le courant et la vapeur produits par l'installation d'incinération. Une augmentation du trafic doit être prise en considération.

Conditions climatiques : Aucune exigence ou limitation particulières.

Mécanismes de financement appropriés :

Le financement sera assuré par le prélèvement de taxes sur les émetteurs de déchets ; une taxe d'incinération contribue à réorienter les déchets non recyclables et inutilisables vers la calcination.

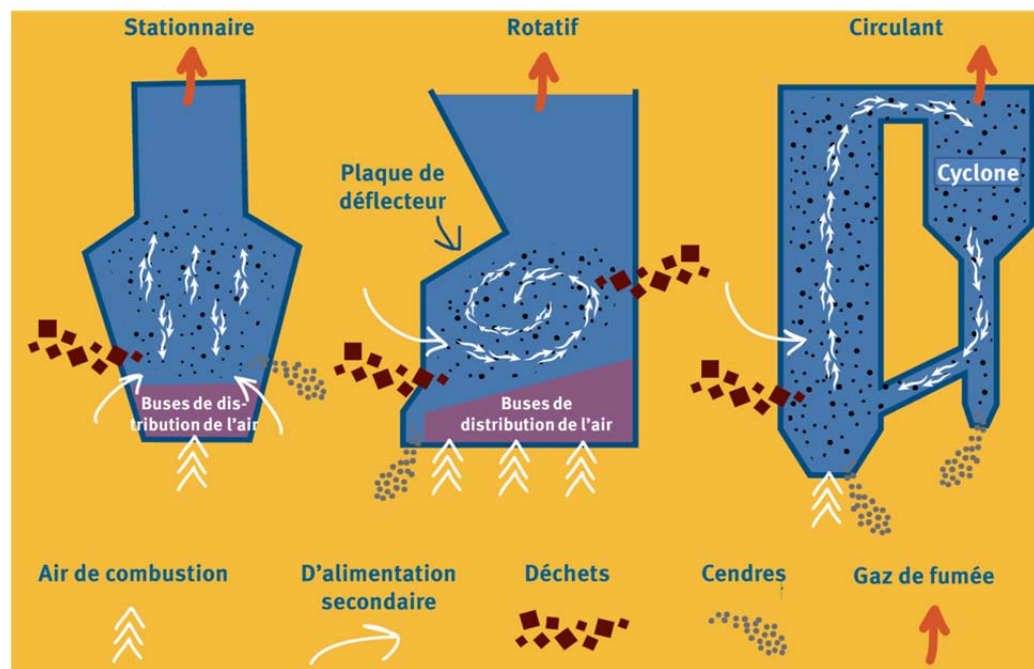
DÉTAILS TECHNIQUES

APERÇU GENERAL

DESCRIPTION BRÈVE	La combustion en lit fluidisé est une technique efficace et peu polluante. Un courant d'air est injecté sur les combustibles (ici les déchets) dans le sens de la réception. La combustion donne un mélange turbulent de gaz et de solides (lit fluidisé). Ce lit fluidisé encourage les réactions chimiques et assure un transport efficace de la chaleur. La combustion en lit fluidisé a été mise au point en particulier pour maîtriser l'émission de polluants dans des conditions telles que les mesures extrêmement coûteuses de prévention, par exemple par lavage, sont superflues ou réduites à un minimum. Cette technologie est couramment utilisée, en particulier pour l'incinération des boues de décantation (voir aussi la fiche technique « <u>Traitement des boues de décantation</u> ») ; elle est répandue pour l'utilisation des combustibles de substitution (CSR).
CONDITIONS GÉNÉRALES	<ul style="list-style-type: none"> - La conduite de procédé sera réglée de manière que la température ne dépasse pas le point à partir duquel la cendre commence à sintériser et dégage de l'oxyde d'azote toxique. - Les déchets seront soumis à un traitement préparatoire donnant un matériau de granulométrie faible (env. 50 mm) et présentant des caractéristiques physiques stables. - Le pouvoir calorifique du matériau brut peut atteindre jusqu'à 20 MJ/kg pour la combustion stationnaire en lit fluidisé et jusqu'à 35 MJ/kg pour celle sur lit fluidisé circulant.
RÉSULTATS ATTENDUS	<ul style="list-style-type: none"> - Matériaux à la sortie : <ul style="list-style-type: none"> - Cendres sans scories ou avec peu de scories (taux de carbone de l'ordre de 0,5 % et taux de composants combustibles < 0,5 %-poids). - Poussière de chaudière. - Gaz de fumée. - Faible teneur en NO_x et pas ou peu d'azote dans les gaz de fumée, faible liaison des métaux lourds dans les cendres grâce à une température de procédé relativement basse.

AVANTAGES PARTICULIERS	<ul style="list-style-type: none"> - Le procédé est moins sensible aux fluctuations de la valeur calorifique du matériau brut et utilisé peut être utilisé notamment pour l'incinération des boues et des substances pâteuses. - Aucune consommation ou consommation réduite pour la dénitrification des gaz de fumées, faible formation de polluants par la combustion à basses températures. - Bonne combustion. - Cette technologie est conçue pour réaliser une puissance thermique élevée du combustible (en lit fluidisé circulant jusqu'à 1000 MW_{th}) et un pouvoir calorifique du matériau brut (en lit fluidisé circulant jusqu'à 35 MJ/kg). - Investissement généralement moins élevé que pour les autres techniques.
INCONVÉNIENTS SPÉCIFIQUES	<ul style="list-style-type: none"> - Cette technique a un rendement moins élevé que les autres. - Usure rapide de la chambre de combustion et de la chaudière par la grande quantité de matériaux abrasifs (sable) dans le lit fluidisé. - Liaison d'une faible proportion de métaux lourds dans les cendres. - Risque éventuel de formation de gaz hilarant dans le courant d'émission. - Présence partielle de problèmes d'acceptation par les riverains et nécessité de les surmonter.
DETAIL DES APPLICATIONS	
PROCÉDURES TECHNIQUES	<p>La combustion en lit fluidisé consiste à mélanger les déchets, concassés dans la plupart des cas, avec des matériaux inertes pour former un lit qui brûle à une température de 750 à 850°C. La combustion est presque intégrale par la durée du passage en chambre de combustion, la grande surface d'attaque et un bon transport de la chaleur (résidus carbonés < 0,5 %-poids). La température de combustion est inférieure au point de synthèse de l'oxyde d'azote, par conséquent le dégagement de NO_x est relativement faible ; il faut toutefois tenir compte de la formation de gaz hilarant. La température relativement basse du procédé donne la garantie que les cendres ne sintérisent pas et donc que les métaux lourds ne sont pas liés en grandes quantités. Le mélange sur le lit fluidisé a pour conséquence que les gaz de fumée entrent en contact avec les absorbeurs de soufre (calcaire, dolomite) et qu'une grande partie du soufre est liée dans la chaudière par les agents de sorption.</p> <p>Il existe deux grandes catégories de systèmes de combustion en lit fluidisé : les systèmes à air atmosphérique (Fluidised Bed Combustion – FBC) et les systèmes fonctionnant sous pression (Pressurised Fluidised Bed Combustion – PFBC). Ce dernier consiste à injecter une pression élevée pour provoquer un courant d'air pressurisé entraînant une turbine à gaz. La vapeur produite par la chaleur du lit fluidisé est dirigée dans une turbine à vapeur ; le procédé est donc d'un système fermé d'une grande efficacité.</p> <p>Il existe trois systèmes de combustion en lit fluidisé, qui se déterminent par le type de conduite des gaz de fumée :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le lit fluidisé stationnaire, - le lit rotatif et - le lit circulant.

Figure 24: Variantes de la conduite des gaz de fumée pour la combustion en lit fluidisé



<p>COURANTS ET QUANTITÉS DE MATERIAU</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Matériau brut : <ul style="list-style-type: none"> - Déchets solides et pâteux - Sable et matériaux inertes - Eau (générateur de vapeur), la consommation d'eau fraîche est de 1 m³/h au moins de 1 m³/h Mg pour un rendement de 1 Mg/h - A la sortie : <ul style="list-style-type: none"> - 200 à 250 kg de cendres du lit / Mg de matériau brut - 50 à 100 kg de cendres provenant du cyclone / Mg de matériau brut - 5 à 20 kg de cendres de la chaudière du cyclone / Mg de matériau brut - 4 500 à 5 500 m³ de gaz de fumée /Mg de matériau brut - Eau (provenant de la génératrice de vapeur)
<p>DOMAINE D'APPLI-CATION</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Cette technologie est généralement utilisée actuellement pour des capacités allant <ul style="list-style-type: none"> - de 4 Mg/h à env. 150 000 Mg par ligne et par an pour les fractions CSR ; - d'env. 5000 à 75 000 MgTS par an pour les boues de décantation et les boues industrielles.
<p>LIENS ET POSSIBILITÉS DE COMBINAISON AVEC D'AUTRES TECHNIQUES</p>	<p>La combustion en lit fluidisé constitue en particulier également une technique de traitement thermique des déchets combustibles qui ne peuvent pas être traités autrement (par exemple les déchets < 30 mm et les boues). Elle peut en principe être combinée avec toutes les autres techniques de traitement des déchets qui ont été examinées jusqu'ici. Au niveau de l'exploitation, il est intéressant d'établir un lien avec les techniques grandes consommatrices d'énergie thermique (par exemple les papeteries qui peuvent en retour injecter dans ces installations une grande partie de leurs déchets). Si ce n'est pas le cas, il faudra prévoir la possibilité de distribuer la chaleur excédentaire (vapeur et eau chaude) et d'injecter le courant électrique sur le réseau. Le procédé doit en tout cas être combiné avec une purification des gaz de fumée (voir la fiche technique « <u>Purification des gaz de fumée</u> »).</p>

GRANDS REPÈRES POUR LES APPLICATIONS : UTILISATION DES RESSOURCES

BILAN
ENERGETIQUE

Bilan énergétique à l'aide d'un exemple (version 2010)

Matériau brut :

- Combustible (déchets),
- Auxiliaire énergétique, par exemple le gaz naturel < 3 % du combustible

Produits à la sortie :

- Courant électrique ; coefficient de rendement jusqu'à 20 %, déduction faite de la consommation sur place.
- Energie thermique ; coefficient de rendement jusqu'à 60 %.

Il est aussi possible et souhaitable de réaliser la combinaison avec la production d'électricité et de chaleur, avec cette restriction toutefois que l'augmentation de la part de vapeur destinée à la récupération de la chaleur est liée à une diminution de la capacité de production du courant électrique.

Tableau 13: Exemple des flux d'énergie d'une mono-incinération des boues de décantation sur lit fluidisé (Source : Franck, Monoverbrennung von Klärschlamm, 2015) – (mono-incinération des boues de décantation)

Paramètre	Unité	Valeur	
Débit	Mg _{TS} / an	35 000	2 000
Préchauffage de l'air	°C	120	200
Puissance fournie par la turbine	MW _{el}	1,4	-
Débit de courant de la turbine, net	MW _{el}	0,4	-
Consommation d'énergie de la déshydratation	MW _{th}	7,0	0,430

EMISSION DE CO₂

- Le taux de composants de régénération dans les déchets (la moyenne s'établissant en Europe à 50 %) permet de parvenir à un bilan de CO₂ plus positif que celui de la production d'énergie à partir de combustibles fossiles.

AUXILIAIRES OU
AUTRES
CONSOMMABLES
NÉCESSAIRES

- Sable
- Chaux vive
- Coke de lignite
- Fuel ou gaz naturel pour la montée en puissance et l'assistance de la combustion.

DEMANDE EN
MAIN-D'ŒUVRE

- Pour un service de 24/7, au moins 10 à 15 ouvriers qualifiés par ligne de production et pour le service journalier, y compris au moins 1 ingénieur et 2 conducteurs d'installation, personnel supplémentaire pour la gestion administrative et le contrôle de réception.
- Notamment le personnel assumant la direction technique requiert un personnel spécifiquement qualifié.

ENCOMBREMENT
AU SOL

- Selon la capacité de l'installation, la surface nécessaire est au moins de 5 000 à 10 000 m².

GRANDS REPÈRES POUR LES APPLICATIONS : COÛTS

INVESTISSEMENT

Il faut compter un investissement de l'ordre de 180 à 400 EUR / Mg_{TS} pour les grandes installations de mono-incinération des boues de décantation en lit fluidisé. Le tableau suivant fournit une liste des investissements d'une grande et petite installations d'incinération des boues de décantation utilisant la combustion en lit fluidisé.

INVESTISSEMENT	Tableau 14: Coûts d'investissement pour une combustion en lit fluidisé destinée à l'incinération des boues de décantation (Source : Franck, Schröder: Zukunftsfähigkeit kleiner Klärschlammverbrennungsanlagen, 2015) (L'avenir des petites installations d'incinération des boues de décantation)																	
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Paramètre</th> <th>Grande installation</th> <th>Petite installation</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Capacité annuelle</td> <td>35 000 Mg_{TS}/a</td> <td>2 000 Mg_{TS}/a</td> </tr> <tr> <td>Ingénierie des procédés</td> <td>24 150 000 EUR</td> <td>3 590 000 EUR</td> </tr> <tr> <td>Technique de construction</td> <td>5 150 000 EUR</td> <td>880 000 EUR</td> </tr> <tr> <td>Technique EMCR</td> <td>2.250.000 EUR</td> <td>1.130.000 EUR</td> </tr> <tr> <td>Frais annexes</td> <td>3.200.000 EUR</td> <td>1.000.000 EUR</td> </tr> </tbody> </table>	Paramètre	Grande installation	Petite installation	Capacité annuelle	35 000 Mg _{TS} /a	2 000 Mg _{TS} /a	Ingénierie des procédés	24 150 000 EUR	3 590 000 EUR	Technique de construction	5 150 000 EUR	880 000 EUR	Technique EMCR	2.250.000 EUR	1.130.000 EUR	Frais annexes	3.200.000 EUR
Paramètre	Grande installation	Petite installation																
Capacité annuelle	35 000 Mg _{TS} /a	2 000 Mg _{TS} /a																
Ingénierie des procédés	24 150 000 EUR	3 590 000 EUR																
Technique de construction	5 150 000 EUR	880 000 EUR																
Technique EMCR	2.250.000 EUR	1.130.000 EUR																
Frais annexes	3.200.000 EUR	1.000.000 EUR																
COÛTS D'EXPLOITATION	<ul style="list-style-type: none"> - Coût d'exploitation suivant en particulier les prix du marché pour les consommables (fuel) et les frais de main-d'œuvre respectifs. - Les coûts d'exploitation annuels sont de l'ordre de 5,5 millions EUR. (grande installation de 35 000Mg/a) ou de 1 million EUR (petite installation de 2 000 Mg/a) pour les exemples d'installation du Tableau 1. - Réparation et maintenance : <ul style="list-style-type: none"> -Pour chaque équipement env. 1 % de l'investissement/a Machines et équipements électrotechniques : env. 3 à 4 % de l'investissement/a 																	
RECETTES POSSIBLES	- Vente de l'électricité au réseau, de la vapeur et de la chaleur.																	
COÛT TOTAL RAPPORTÉ AU POIDS	<p>L'investissement est du même ordre que la combustion sur grille. Les économies potentielles proviennent de la suppression presque intégrale d'un traitement pour éliminer l'azote. Par contre, l'usure rapide et, dans certains cas, la nécessité de soumettre le matériau brut à un traitement primaire, peuvent grever les coûts. Tout particulièrement dans les cas où les matériaux de faible granulométrie proviennent du traitement mécano-biologique, par exemple les boues sèches et les autres matériaux < 30 mm, l'économie sur les coûts que représente la technique du lit fluidisé peut être de 20 à 30 % par rapport à la combustion sur grille (voir la fiche technique « <u>Incineration sur grille</u> »). Exemples des coûts en Allemagne :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Matériau brut constitués de boues sèches et autres matériaux < 30mm : 80 à 120 EUR/Mg - En général, le bilan d'exploitation s'améliore sur les grandes installations, avec une purification simple des gaz de fumée et un bon rendement de la vente du courant et de la vapeur. 																	
AUTRES DÉTAILS																		
APERÇU SUR LE MARCHÉ																		
APPLICATIONS DE RÉFÉRENCE	<p>L'incinération des déchets appropriés, des boues de décantation et, en particulier, des combustibles de substitution utilisant la combustion en lit fluidisé est de plus en plus répandue. L'Allemagne possède à présent des installations techniques en lit fluidisé d'une capacité totale annuelle supérieure à 2 millions Mg. Sélection d'exemples :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Installation de TEV Neumünster : lit fluidisé circulant, capacité annuelle de 150.000 Mg - EBS – Kraftwerk im Industriepark Höchst www.infraserv.com 																	
FABRICANTS ET OPÉRATEURS ATTESTÉS	<p>Sélection de fabricants pour les composants et les installations complètes de combustion en lit fluidisé :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Eisenmann SE, Böblingen www.eisenmann.com - Küttner GmbH & Co. KG www.kuettner.de - Strabag Umwelttechnik GmbH www.strabag.de 																	
<i>(Important : La liste d'établissements qui suit n'est nullement exhaustive.)</i>																		

REMARQUES ET AUTRE DOCUMENTATION DE RÉFÉRENCE

Documentation de référence essentielle disponible comme

VDI 3460 et Document BREF sur meilleures techniques disponibles d'incinération des déchets/Reference Document on the Best Available Techniques for Waste Incineration

Liens vers les opérateurs et informations détaillées à l'adresse :

- ITAD – Interessengemeinschaft der thermischen Abfallbehandlungsanlagen in Deutschland e.V. (Réunion des installations de traitement thermique de déchets en Allemagne) www.itad.de
- CEWEP – Confederation of European Waste-to-Energy Plants www.cewep.com

PURIFICATION DES GAZ DE FUMÉE (EN PARTICULIER ÉPURATION DES GAZ BRÛLÉS PROVENANT DE LA COMBUSTION DE DÉCHETS)

DOMAINE D'APPLICATION ET UTILISATIONS	-Réduction de l'émission de polluants d'incinération des déchets par traitement des gaz de fumée en provenance des équipements d'incinération. (voir aussi les fiches techniques des différents procédés d'incinération « <u>Co-incinération industrielle</u> », « <u>Incinération sur grille</u> », « <u>Combustion en lit fluidisé</u> »)
---------------------------------------	---

CARACTÉRISTIQUE DU CADRE GÉNÉRAL DE L'APPLICATION

APPLICABLE NOTAMMENT AUX TYPES DE DÉCHETS SUIVANTS

Verre usagé	Emballages légers	Déchets alimentaires et épluchures
Papier et carton	Ordures ménagères composites	Déchets encombrants
Lampes usagées	Textiles usagés	Déchets d'équipements électriques et électroniques
Ferraille	Bois usagés	Déchets de construction et gravats
Huiles de vidange	Peintures et vernis usagés	Pneumatiques usés
Déchets dangereux		
Déchets de fabrication et spécifiques de certaines activités		
Autres substances à traiter	X Gaz de fumée issus de l'incinération de déchets	

CARACTÉRISTIQUES ET SPÉCIFICATIONS SPÉCIALES POUR L'UTILISATION :

Nécessité d'un traitement préliminaire :

Dans l'optique de la protection contre les émissions, les gaz de fumée dégagés par l'incinération des déchets doivent être traités ; le traitement de purification des gaz de fumée représente une partie constitutive des procédés d'incinération.

Possibilité d'utilisation du matériau à la sortie :

Les résidus résultant de la purification des gaz de fumée peuvent être recyclés partiellement (par exemple le gypse.).

Possibilités d'élimination et de stockage du matériau à la sortie :

La plus grande partie des substances séparées et des résidus de la purification des gaz de fumée doivent être dirigés vers les décharges spéciales, principalement vers des décharges souterraines. (voir la fiche technique « Décharge pour déchets dangereux »)

Nécessité d'un traitement ultérieur : Un traitement ultérieur est nécessaire pour les produits de réaction de la purification des gaz de fumée par voie sèche et semi-siccative, les substances toxiques et lixiviables (métaux lourds, dioxine et furannes, HAP) et les résidus de vaporisation du traitement des gaz de fumée par voie humide. A ce niveau doit intervenir un traitement approprié ou des mesures spéciales pour l'élimination dans les décharges de déchets spéciaux.

Protection particulière :

En règle générale, les composants séparés des gaz de fumée et les résidus générés contiennent une forte proportion de polluants et sont justiciables de mesures de protection particulières (par exemple conservation sous enveloppe, immobilisation) ou d'une décharge spéciale.

INFLUENCE DES FACTEURS EXTERIEURS SUR LES POSSIBILITES ET LES TYPES D'APPLICATION :

La purification des gaz de fumée est associée aux procédés d'incinération des déchets ; les fiches techniques pour ces techniques relèvent les influences externes et les limitations (voir aussi les fiches techniques des différents procédés d'incinération « Co-incinération industrielle », « Incinération sur grille », « Combustion en lit fluidisé »).

DÉTAILS TECHNIQUES

APERÇU GENERAL

DESCRIPTION
BREVE

Les systèmes de purification des gaz de fumée sont destinés à réduire la dangerosité des émissions et à éliminer la plus grande partie possible des polluants provenant de la calcination des déchets. Les polluants atmosphériques typiques issus des installations de traitement thermique de déchets sont :

- les polluants sous forme de particules (poussières),
- le monoxyde de carbone (CO),
- les oxydes d'azote (NOx),
- les oxydes de soufre (SOx)
- les hydrocarbures halogénés (HCl, HF),
- les polluants organiques (par ex. PCDD/F) et
- les métaux lourds (par ex. Hg, Cd, As).

A cette fin, les systèmes de purification des gaz de fumée sont connectés au conduit d'évacuation pour les gaz de fumée des installations d'incinération. Une différence est faite entre les systèmes de purification par voie sèche, semi-siccative et humide. Les systèmes de purification par voie humide peuvent fonctionner sans produire d'eau ni rejeter d'eau usée. La purification des gaz de fumée consiste principalement à séparer les particules et les composants acides des gaz de fumée à éliminer les substances toxiques. Les équipements techniques sont constitués par les installations de combustion secondaire, les filtres électriques et les filtres tissu, les tours de pulvérisation, les laveurs de gaz de fumée et les catalyseurs.

CONDITIONS
GENERALES

Les systèmes de purification des gaz de fumée sont contraints d'utiliser des techniques agréées ; ils font partie intégrante de l'homologation d'installations. Dans les installations européennes, le gaz de fumée traité ne doit pas dépasser les limites d'émissions de la Directive européenne sur les émissions industrielles (voir la fiche technique « [Directives axées sur la technologie](#) »).

Tableau 15: Valeurs limites des gaz de fumée issus de l'incinération

Paramètres	Moyenne journalière en mg/Nm ³ à l'état sec (11 % vol. O ₂ à l'état sec)
Poussières totales	10
TOC	10
HCL	10
HF	1
SOx	50
NOx	200 à 400
CO	50 mg
Hg / total Cd + Tl	0,05 / 0,05
Total Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V	0,5
Dioxines et furannes	0,1 ngl-TEQ/Nm ³ (11 % vol O ₂ à l'état sec)

RESULTATS
ATTENDUS

- Conformément aux spécifications (voir l'exemple Tableau 1), le gaz de fumée purifié peut être rejeté par la cheminée ; celui-ci ne présente pas de risques envisageables pour l'homme et l'environnement.
- Résidus devant être éliminés conformément à leur charge polluante :
 - mâchefers et poussières de filtre,
 - produits de réaction issus de la séparation des composants acides des gaz de fumée,
 - boues à base de métaux lourds (en provenance de la purification des gaz de fumée par voie humide),
 - adsorbants chargés (par ex. le charbon actif),
 - gypse REA.

AVANTAGES PARTICULIERS	- La purification des gaz de fumée est une technique propre à garantir l'incinération des déchets de façon écologique et climatique, à accroître l'acceptation par les populations de ce type de traitement et à proposer des techniques spécifiques pour le traitement des déchets et la production d'énergie.
INCONVENIENTS SPECIFIQUES	- La purification des gaz de fumée mobilise des investissements élevés et un intense suivi.

DETAIL DES APPLICATIONS

PROCEDURES TECHNIQUES

La purification des gaz de fumée a principalement pour but de réduire les émissions en suspension dans l'air et la concentration des polluants suivants dans les gaz d'échappement de l'incinération, de manière à respecter les normes obligatoires, comme celles de l'Union européenne. Les systèmes de purification des gaz de fumée sont directement branchés sur l'installation d'incinération comme le montre la figure 1.

De nombreuses combinaisons de procédés isolés et de techniques de purification des gaz de fumée qui seront présentées dans la suite offrent une chaîne de procédés adaptée aux facteurs spécifiques du combustible, du site et de la technologie.

Figure 25: Exemple d'un procédé d'incinération avec purification de gaz de fumée raccordée

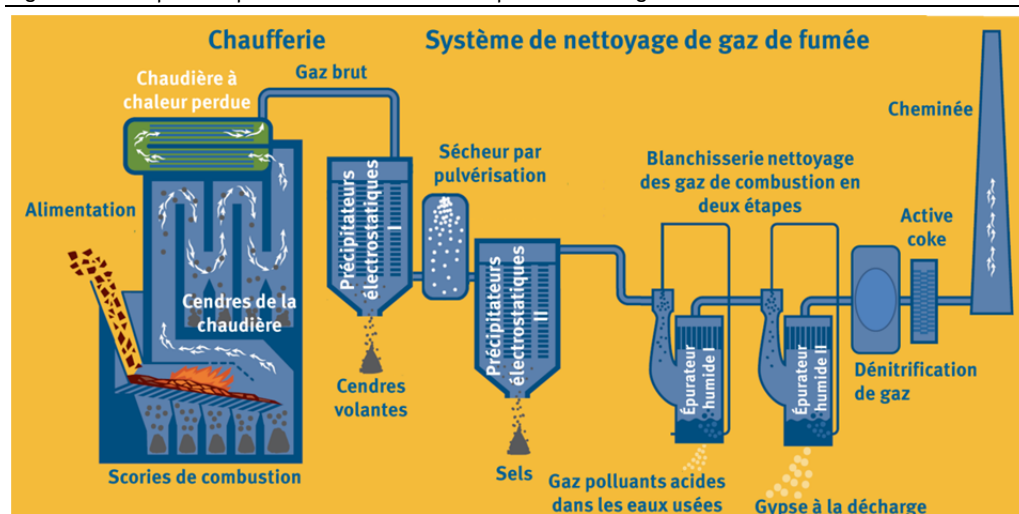


Tableau 16: Concentrations de polluants dans le gaz brut lors de l'incinération (Thomé-Kozmiensky, Löschau, 2014³²)

Polluant	Concentration de polluants dans le gaz brut provenant de l'incinération des ordures ménagères sur les installations modernes [mg/Nm³ sec]	
	Fourchette	Moyenne journalière
Poussière	800 à 5 000	2 500
HCl	200 à 2 500	1 500
HF	2 à 100	15
SO ₂	200 à 1 000	600
Métaux lourds	1 à 35	1 à 35
NO	Combustion en lit fluidisé 180 à 250 mg/m ³ Incinération sur grille < 450 mg/m ³	Incinération sur grille 350
Dioxines / furannes	1 à 3 ng TE	2 ng TE

Les polluants indiqués au tableau 2 sont séparés de la manière suivante :

³² Immissionsschutz, Band 4 (Protection contre les émissions, tome 4) TK Verlag Neuruppin, 2014

a) Poussières

Les poussières contiennent en suspension principalement des métaux lourds volatils et de grandes quantités de composés organiques. La teneur des poussières en dioxine et en furannes est particulièrement forte. On utilise principalement des filtres tissus et des filtres électriques pour éliminer les poussières. Mais dans certains cas, on emploie encore des séparateurs à inertie (séparateurs par gravité, cyclones, multicyclones) pour effectuer la séparation primaire des particules, et des séparateurs par voie humide (laveurs à venturi). Le tableau ci-dessus donne les caractéristiques principales des procédés :

Tableau 17: Caractéristiques des différents procédés de dépolluierage (Thomé-Kozmiensky, Löschau, 2014¹)

Séparateur de poussières	Degré de séparation totale possible	Teneur en poussières possible du gaz épuré	Granulométrie dépolluierable x_p	Application
Unité	%	Mg/Nm ³ sec	μm	-
Séparateur par gravité	<60	1 000	>10	Premier dépolluierage pour les poussières grossières
Séparateur à force centrifuge : Cyclone / multicyclone	80 / 95	300/150	>5 / >5	Premier dépolluierage pour les poussières grossières
Séparateur électrique par voie sèche	80–99,9	25	>1	Dépolluierage
Séparateur électrique par voie humide	90 à 99,9	<5	>0,05	Séparation des poussières fines / des aérosols
Séparateur filtrant Filtre tissu	>99,9	<2	>0,1	Dépolluierage
Séparateur par voie humide Laveur à venturi	>99,9	<5	>0,05	Séparation des poussières fines / des aérosols

b) Gaz polluants acides HCl, SO₂, HF

HCl, SO₂ et HF peuvent être prélevés sur les gaz de fumée par traitement voie sèche, semi-siccative et humide ; les résidus du procédé par voie humide se présentent sous forme dissoute ou en suspension (par exemple l'acide chlorhydrique, la suspension de gypse) et ceux des procédés par voie semi-siccative et sèche sous forme sèche (par ex. le chlorure de sodium). Les procédés par voie semi-siccative comprennent l'absorption par pulvérisation à l'aide d'eau de chaux (chaux hydratée comme suspension) et le procédé conditionné par voie humide à l'aide d'eau de chaux ou de bicarbonate de sodium en poudre. Le tableau suivant compare les divers paramètres des procédés.

Tableau 18: Concepts de purification des gaz de fumée pour réduire les gaz polluants acides (Thomé-Kozmiensky, Löschau 2014¹)

Paramètres	Procédé par voie humide		Absorbant par pulvérisation	Procédé conditionné par voie sèche	Procédé par voie sèche	
Sorbants	H ₂ O Ca(OH) ou CaCO ₃	H ₂ O NaOH	Ca(OH) ₂	Ca(OH) ₂	Ca(OH) ₂	NaHCO ₃
Etat du sorbant	Liquide (suspension)	Liquide (solution)	Liquide (suspension)	Solide (poudre)	Solide (poudre)	
Température des gaz de fumée dans le réacteur	Température de saturation (environ 50 à 60°C)		Charbon : ~70°C Biomasse : ~100°C Déchet : ~140°C	Charbon : ~70°C Biomasse : ~100°C Déchet : ~140°C	Température sur la sortie chaudière	
Conditionnement des gaz de fumée	par injection du sorbant		par injection du sorbant	par injection additionnelle d'eau	Aucun	
Produits de réaction principale	HCl CaSO ₄	HCl Na ₂ SO ₄	CaCl, CaSO ₄ , CaSO ₃	CaCl, CaSO ₄ , CaSO ₃	CaCl, CaSO ₄ CaSO ₃	NaCl Na ₂ SO ₄
Etat du produit de réaction	Liquide (suspension/solution)		Solide (poussières)	Solide (poussières)	Solide (poussières)	

c) Oxyde d'azote

S'il n'est pas possible de prévenir la synthèse d'oxyde d'azote pendant l'incinération, on dispose essentiellement de deux techniques pour prélever cet oxyde sur les gaz de fumée :

- Le procédé SNCR (Selective Non Catalytic Reduction)
- et le procédé SCR (Selective Catalytic Reduction)

Le procédé SNCR donne, dans une réaction en phase gazeuse, un taux d'élimination de NO_x de 50 à 60% (de jusqu'à 85% dans les installations plus récentes et dans des conditions optimales), par pulvérisation dans le courant de gaz chauds (850 à 1100°C, de préférence 950°C) de composés azotés (en particulier l'urée et l'ammoniac). 1 kg d'ammoniac est nécessaire pour séparer 1 kg d'oxyde d'azote.

Le procédé SCR (réduction catalytique) consiste à transformer l'oxyde d'azote en azote dans un catalyseur par adjonction d'eau ammoniacale. L'oxyde d'azote est détruit par réaction catalytique à une température de 180°C à 450°C ; la plage de température idéale se situe entre 350 °C et 400°C. Le taux d'élimination est supérieur à 90–92 %, l'ammoniac nécessaire à la réduction sur le catalyseur est théoriquement de 0,388 kg par kilogramme d'oxyde d'azote réduit.

Les procédés SNCR et SCR ne donnent aucun résidu, en revanche, la coulée d'ammoniac doit être prise en compte et limitée au niveau fixé par la loi (actuellement la 17e BImSchV en Allemagne). Les éléments d'information sur les deux procédés sont réunis dans le tableau suivant.

Tableau 19: Caractéristiques des procédés d'élimination de l'oxyde d'azote

	SNCR	SCR
Concentration de NO _x dans le gaz épuré	< 150 mg/m ³	< 80 mg/m ³
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> - Prix de revient intéressant - Bonne concentration de gaz épuré - Limite la resynthèse de la dioxine et des furannes 	<ul style="list-style-type: none"> - Excellente concentration de gaz épuré - Peut être utilisé pour l'élimination directe de la dioxine et des furannes.
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> - Pour les chaudières à répartition de température variable, ce procédé risque de manquer la plage thermique à laquelle l'agent réducteur doit être injecté. - En cas de valeurs de sortie de NO_x trop élevées, l'installation SNCR ne permet pas d'obtenir les valeurs de gaz épuré requises. 	<ul style="list-style-type: none"> - Coûts élevés liés à l'entretien du catalyseur. - Maintenance et contrôle nécessaires du fait de la teneur en poussières et de la réduction de l'activité qui en découle. - sensible aux composants des gaz de fumée (par ex. aux métaux lourds), qui empoisonnent le catalyseur et altèrent ainsi son fonctionnement.

d) Métaux lourds et dioxine

La dioxine, les furannes et les métaux lourds qui traversent le laveur peuvent être prélevés sur les gaz de fumée au contact de charbon et de coke actif ou d'un mélange de chaux caustique. La technique qui s'est imposée par sa fiabilité est l'adsorption sur courant volatil (adjonction de coke actif et de chaux / de bicarbonate de sodium et d'un mélange de ces produits avec les gaz de fumée) alors que le procédé du bain d'adsorption ne s'est pas généralisé par suite de son coût élevé et des difficultés de maîtriser le procédé. Nous regroupons les principales caractéristiques de ces deux procédés dans le tableau suivant :

Tableau 20: Adsorption des métaux lourds et de la dioxine pour la purification des gaz

	Adsorption sur courant volatil	Adsorption en lit fixe
Concentration de NOx dans le gaz épuré : - Dioxine - Métaux lourds	« 0,1 ng TE < 0,1 mg	« 0,1 ng TE < 0,1 mg
Température	max 150 °C	max. 150 °C
Avantages	- Très bonne concentration de gaz épuré - Maîtrise des coûts	- Très bonne concentration de gaz épuré - Insensible aux fluctuations de concentration
Inconvénients	- Risque de rupture de charge (pour les charges importantes)	- Risque de départ du feu - Onéreux - Forte émission de CO à la montée en puissance
Résidus	Charbon ou coke actif, mélangé en partie avec de la chaux ou du bicarbonate de sodium	Charbon ou coke actif

Le charbon et le coke actif lient les métaux lourds (surtout Hg et Cd), la dioxine et les furannes tout en provoquant un léger enrichissement en soufre et en chlore. Le gaz traité est en général réinjecté dans la chambre d'incinération jusqu'à la séparation de l'argent et du cadmium.

COURANTS ET QUANTITES DE MATÉRIAU	Nous avons donné ci-dessus les informations sur les taux de réduction des différents polluants dans les gaz de fumée pouvant être obtenus avec les diverses technologies utilisées.
DOMAINE D'APPLICATION	- La purification des gaz de fumée intervient dans toutes les installations d'incinération de types différents, conformément aux prescriptions légales (voir les fiches techniques des différents procédés d'incinération ; « <u>Incinération sur grille</u> », « <u>Combustion en lit fluidisé</u> », « <u>Co-incinération industrielle</u> »)
LIENS ET POSSIBILITES DE COMBINAISON AVEC D'AUTRES TECHNIQUES	- Les technologies de purification des gaz de fumée sont conçues pour être intégrées dans tous les systèmes d'incinération (y compris les installations thermiques non destinées au traitement des déchets).
GRANDS REPERES POUR LES APPLICATIONS : UTILISATION DES RESSOURCES	
BILAN ENERGETIQUE	- En fonction de la technique d'incinération et des émissions induites.
ÉMISSION DE CO ₂	
AUXILIAIRES OU AUTRES CONSOMMABLES NECESSAIRES	- Bicarbonate de sodium, calcaire ou hydrate de chaux pour l'absorption des gaz acides toxiques - Charbon, coke de lignite pour l'absorption des métaux lourds et des dioxines : <0,8 kg/Mg de matériau brut - Urée ou eau ammoniacale (25%) pour la réduction de NO _x) - Eau
DEMANDE EN MAIN-D'ŒUVRE	- La purification des gaz de fumée ne nécessite aucun personnel supplémentaire par rapport à la calcination ; par contre le traitement des résidus constitue un travail supplémentaire générateur d'une demande de personnel.
ENCOMBREMENT AU SOL	- Les surfaces supplémentaires nécessitées pour les dispositifs destinés à l'utilisation de la chaleur (chaudière) et les systèmes de purification des gaz de fumée sont plus importantes que celles du système d'incinération. Les mesures envisageables pour moderniser la purification des gaz de fumée doivent inclure le dimensionnement des surfaces.

GRANDS REPERES POUR LES APPLICATIONS : COUTS

INVESTISSEMENT

L'investissement le plus modéré est celui des installations de traitement des gaz de fumée par voie sèche et semi-siccative alors que le traitement par voie humide peut induire une dépense considérable. Toutefois, les équipements relativement simples pour le traitement par voie humide ne sont pas nettement plus onéreux que pour la voie semi-siccative.

Moyenne de l'investissement requis (basée sur la recherche de prix 2008) par installation : (Hypothèse : Installation d'incinération d'une capacité de 200 000 Mg/a ; équipement simple de purification des gaz de fumée (par voie sèche))

- Frais de construction :	4 500 000 EUR
- Equipement :	13 000 000 EUR
- Coûts induits, financement	3 500 000 EUR

(Hypothèse : Installation d'incinération d'une capacité de 200 000 Mg/a ; système évolué de purification des gaz de fumée (par voie humide))

- Frais de construction :	7.500.000 EUR
- Equipement :	20.000.000 EUR
- Coûts induits, financement	5.500.000 EUR

Les coûts d'investissement de l'exemple d'une absorption par voie sèche de différentes versions s'élèvent à env. 8 millions (avec SNCR) – 12 millions.

L'investissement pour les procédés SCR et SNCR peut s'articuler comme suit :

Tableau 21: Investissements pour un procédé SCR et un procédé SNCR (Beckmann, 2011³³)

Procédé	Concentration de gaz épuré NOx	Mg/Nm ³ sec	200	150	100
Procédé SNCR :	Investissement	€	265 000	280 000	525 000
	Concentration de gaz épuré NOx	Mg/Nm ³ sec	150	100	50
Procédé SCR :	Investissement	€	2 280 000	2 308 000	2 365 000

COÛTS D'EXPLOITATION

- Frais courants : En fonction des prix du marché pour les matériaux utilisés Le tableau suivant fournit une orientation concernant les moyens d'exploitation qui sont soumis à des variations en fonction des conditions du marché.

Tableau 22: Exemples de coûts d'exploitation typiques (Beckmann, 2011²)

Paramètres	Prix
Bicarbonate de sodium (98 Ma.-% NaHCO ₃)	230 EUR /Mg
Coke actif	420 EUR /Mg
Eau ammoniacale (25 Ma.-% NaHCO ₃)	100 EUR /Mg
Eau de dilution (liquide désionisé)	4 EUR /Mg
Résidus pour l'élimination	135 EUR /Mg

- Frais de réparation et d'entretien : Pour chaque segment d'équipement ~ 1 % du prix à l'acquisition ; pour les machines et l'électronique, ~ 3 à 4 % du prix à l'acquisition.
- Les coûts d'exploitation de l'exemple d'une absorption par voie sèche en différentes versions s'élèvent à env. 1,5 à 2,3 millions EUR par an.

RECETTES POSSIBLES

- Vente du gypse et de l'acide chlorhydrique (les deux sous forme purifiée) issus de la purification des gaz de fumée.

³³ Beckmann : Description de différentes technologies et de leurs potentiels de développement visant à réduire les oxydes d'azote contenus dans les gaz de fumée des incinérateurs de déchets, Office fédéral de l'environnement 2011, <http://www.uba.de/uba-info-medien/4196.html>

COÛT TOTAL RAPPORTE AU POIDS	- Compris dans l'engagement financier total pour la technique d'incinération des déchets (voir les fiches techniques des différents procédés d'incinération « <u>Co-incinération industrielle</u> », « <u>Incinération sur grille</u> », « <u>Combustion en lit fluidisé</u> »)
AUTRES DETAILS	
APERÇU SUR LE MARCHÉ	
APPLICATIONS DE REFERENCE	- (voir les fiches techniques des différents procédés d'incinération « <u>Co-incinération industrielle</u> », « <u>Incinération sur grille</u> », « <u>Combustion en lit fluidisé</u> »)
FABRICANTS ET OPERATEURS ATTESTES <i>(Important : La liste d'établissements qui suit n'est nullement exhaustive.)</i>	<p>Sélection de fabricants pour les composants et les installations complètes de purification des gaz de fumée :</p> <ul style="list-style-type: none"> - LAB GmbH, Stuttgart www.labgmbh.de - MARTIN GmbH für Umwelt- und Energietechnik, Munich www.martingmbh.de - ENVIROTHERM GmbH, Essen www.envirotherm.de - Hitachi Zosen Inova Kraftwerkstechnik GmbH, Landsberg www.hz-inova.com - Steinmüller-Babcock Environment GmbH, Gummersbach www.steinmueller-babcock.com
REMARQUES ET AUTRE DOCUMENTATION DE REFERENCE	
<p>Liens vers les opérateurs et informations détaillées à l'adresse :</p> <ul style="list-style-type: none"> - ITAD – Interessengemeinschaft der thermischen Abfallbehandlungsanlagen in Deutschland e.V. (Réunion des installations de traitement thermique de déchets en Allemagne) www.itad.de - CEWEP - Confederation of European Waste-to-Energy Plants www.cewep.com 	

RECUPERATION DU PHOSPHORE PROVENANT DES BOUES COMMUNALES

DOMAINE
D'APPLICATION ET
UTILISATIONS:

- Traitement ultérieur des boues d'épuration issues du traitement des eaux usées communales et traitement des cendres de boues d'épuration dues à la mono-incinération des boues pour la récupération du phosphore comme ressource épuisable

CARACTÉRISTIQUE DU CADRE GÉNÉRAL DE L'APPLICATION

APPLICABLE NOTAMMENT AUX TYPES DE DÉCHETS SUIVANTS

Verre usagé		Emballages légers		Déchets alimentaires et déchets verts	
Papier et carton		Ordures ménagères composites		Déchets encombrants	
Lampes usagées		Textiles usagés		Déchets d'équipements électriques et électroniques	
Ferraille		Bois usagés		Déchets de construction et de démolition	
Huiles de vidange		Peintures et vernis usagés		Pneumatiques usés	
Déchets dangereux					
Déchets de fabrication et spécifiques de certaines activités	X	Éventuellement les excédents de lisier, les farines animales, les composés organiques contenant du phosphore.			
Autres types de déchets	X	Boues d'épuration issues du traitement des eaux usées communales ou des cendres dues à la mono-incinération.			

CARACTÉRISTIQUES ET SPÉCIFICATIONS SPÉCIALES POUR L'UTILISATION

Nécessité d'un traitement préliminaire:

La récupération du phosphore contenu dans les produits d'épuration et ayant une structure chimique différente requiert plusieurs phases de traitement préliminaire. Étant donné qu'une grande partie du phosphore est présent sous forme dissoute, il faudra créer un état particulaire qui pourra être obtenu par précipitation chimique ou par concentration biologique au moyen de bactéries qui absorbent le phosphore au niveau du traitement biologique de la station d'épuration. Les suspensions enrichies en phosphate permettent de poursuivre la procédure consistant en l'extraction spéciale du phosphore. Pour appliquer le procédé de récupération des cendres, il faut avoir préalablement effectué la mono-incinération des boues.

Possibilité d'utilisation du matériau brut:

L'utilisation des composés phosphoriques extraits est relativement répandue, après nettoyage et autres traitements. Il est possible d'obtenir, selon le procédé de récupération, différents produits pour diverses applications. Les phosphates de calcium sont générés lors des valorisations hydrochimiques et thermochimiques. Ils sont récupérés par précipitation ou cristallisation, ou bien concentrés dans le produit par voie thermochimique. On utilise les phosphates de calcium essentiellement comme engrais longue durée et donc comme substitut d'engrais minéraux. Les phosphates d'aluminium et de fer sont émis pendant le procédé hydrochimique et les traitements thermochimiques. Leur utilisation sous forme d'engrais est cependant limitée. En outre, il est également possible d'extraire du phosphore pur comme produit industriel, ainsi que des métaux lourds pour la fusion de zinc et de cuivre.

Possibilités d'élimination et de mise en décharge du matériau brut:

Les boues d'épuration peuvent être inertisées dans des mono-incinérateurs ou des co-incinérateurs ; les résidus de cendres ou autres résidus issus du traitement sont recyclables au même titre que les résidus de combustion ; ils doivent être stockés dans une décharge pour déchets spéciaux ou dans des remblais de mine.

Exigences particulières en matière de protection:

La gestion des boues d'épuration constitue toujours un risque sanitaire dû à la présence élevée des germes dans les eaux résiduaires. Selon le procédé, il existe un risque lié aux consommables dangereux pour la santé durant le processus de récupération du phosphore. De plus, les produits provenant de la récupération présentent un danger pour la santé ; ils sont en partie légèrement inflammables et eutrophiques. Il convient d'introduire des mesures de prévention et de protection personnelles adaptées.

Financement possible:

Les composés phosphoriques obtenus et au pouvoir fertilisant sont généralement une bonne phytodisponibilité, de sorte que les installations peuvent être refinancées par la commercialisation de ces produits. Par ailleurs, les taxes sur les prélèvements d'eau et sur les rejets d'eau usée constituent une option de financement supplémentaire. Ici et là, il existe des régimes de financement européens et éventuellement nationaux qui permettent de soutenir financièrement le développement et la réalisation de la récupération du phosphore.

INFLUENCE DES FACTEURS EXTÉRIEURS SUR LES POSSIBILITÉS ET LES TYPES D'APPLICATION

Concepts de récupération:

Les potentiels, les dépenses et l'efficacité de la récupération du phosphore diffèrent, entre autres, en fonction du point de départ du traitement. Les valeurs de référence suivantes sont indiquées, entre autres, à titre d'orientation

Table 23: Les valeurs de référence de la récupération du phosphore (TBF + Partner AG, Zürich 2015 / Données empir. UBA)

Lieu de prélèvement	Charge en phosphore (relative par rapport à la charge à l'entrée)	Concentration de phosphore	en l'état
Sortie	10 %	< 0,8 mg P/l	dissout et particulaire
Eau boueuse	À la précipitation : < 5 % BioP : jusqu'à 50 %	< 20 mg P/l jusqu'à 400 mg P/l	dissout et particulaire
Boues digérées (pour 30% de résidu sec)	90 %	>10 - env. 20 g P/kg de boues	biologiquement et chimiquement lié
Cendres	90 %	env. 60 g P/kg de cendres	chimiquement lié

Infrastructures :

Les installations de récupération du phosphore doivent être érigées si possible à proximité des points de production des boues d'épuration afin de maintenir les coûts logistiques aussi bas que possible. Il est important d'assurer l'accès au réseau électrique pour pouvoir exploiter les installations. Il convient par ailleurs de mesurer les aires de stockage correspondantes des flux de matières.

Conditions climatiques:

Sans influence

DÉTAILS TECHNIQUES

APERÇU GÉNÉRAL

DESCRIPTION
BRÈVE

Le phosphore présent dans les boues d'épuration est lié chimiquement et biologiquement. À côté d'autres concepts qui sont en cours de développement, trois possibilités de conditionnement des boues d'épuration visant la récupération du phosphore se sont pratiquement imposées jusqu'à présent. Dont :

- Précipitation et cristallisation directement à partir des eaux de boue ou des boues digérées (par ex. le procédé AirPrex®).
- Le conditionnement hydrochimique et la digestion des boues d'épuration ou des cendres de boue par acides ou bases (procédé Seaborne par ex.).
- La récupération thermochimique du phosphore à partir des cendres de boues.

SPÉCIFICATIONS
DE BASE

- Le phosphore amené en station d'épuration est dissout en partie sous forme de phosphate et lié chimiquement et biologiquement. Le phosphore particulaire peut être extrait par sédimentation. Une grande partie du phosphore est toutefois présente sous forme dissoute. Une élimination du phosphore étant en principe indiquée, le phosphore doit lui aussi d'abord être converti en une forme particulaire ; celle-ci se réalise par déphosphatation chimique incluant l'addition d'agents de précipitation ou bien par fixation biologique au niveau du traitement biologique de la station d'épuration, comprenant l'assimilation de phosphore supérieure à la moyenne à l'aide de bactéries spécialisées. Il est possible de traiter, selon le procédé de récupération, les suspensions de boue ainsi obtenues soit avant ou après la digestion soit après le séchage, qui consiste à une extraction du phosphore.
- Si l'on utilise la récupération issue des cendres de boues d'épuration, celles-ci devront être préalablement soumises à une mono-incinération et, le cas échéant, à une granulation et un briquetage

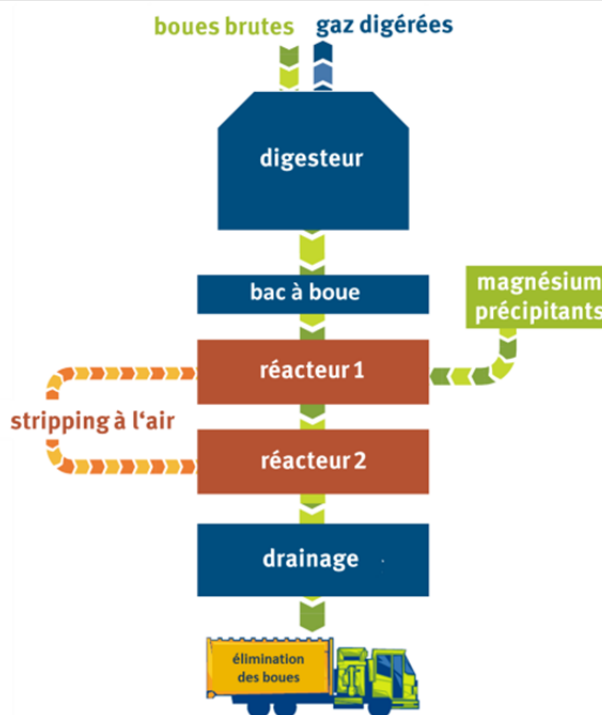
RÉSULTATS ATTENDUS	<ul style="list-style-type: none"> - Le phosphore des boues d'épuration ou les déchets de combustion sont dépollués substantiellement en conciliant l'extraction simultanée du phosphore à usage industriel ou des phosphates destinés à la production d'engrais. Cela permet de préserver une ressource naturelle non renouvelable. - Les charges en phosphore présentes dans les stations d'épuration communales proviennent principalement des déjections humaines, après que les lessives sans phosphates ont conquis le marché. On ne peut donc plus espérer une réduction des charges en phosphore dans les eaux usées.
AVANTAGES PARTICULIERS	<ul style="list-style-type: none"> - Les procédés mentionnés de récupération du phosphore obtenu à partir des boues d'épuration permet de renoncer à l'utilisation directe de ces boues sous forme d'engrais, lesquels ne conduisent pas au résultat escompté pour plusieurs raisons (entre autres, teneur en substances dangereuses, nocives pour la nappe phréatique et de perturbateurs endocriniens, phytodisponibilité limitée des nutriments). Les procédés indiqués fournissent tous des produits fertilisants dont les émissions de polluants sont inférieures (entre autres moins de cadmium et d'uranium) aux engrais minéraux conventionnels fabriqués à partir de phosphate brut d'origine sédimentaire. - Un atout essentiel de la récupération consiste en une déshydratation fortement améliorée de la boue d'épuration dans un autre processus de traitement. - Il est facile de rééquiper en partie les installations destinées à la récupération du phosphore qui sont intégrables dans le processus de traitement des boues. De plus, les installations sont adaptées non seulement au traitement des boues, mais elles permettent aussi d'exploiter d'autres potentiels de phosphore. - Le procédé thermique prévoit un usage simultanément énergétique et matériel des boues d'épuration, et détruit également complètement les polluants organiques..
INCONVÉNIENTS SPÉCIFIQUES	<ul style="list-style-type: none"> - Les taux de récupération de phosphore varient fortement d'un procédé à l'autre. - Certaines incompatibilités avec d'autres applications sont possibles. - Les coûts de construction et d'exploitation divergent fortement et peuvent être très élevés selon le type d'installation ; l'utilisation de certains procédés est possible uniquement en combinaison avec des installations spécifiques. Le processus est souvent relativement complexe. - Il n'est pas encore possible d'émettre des assertions fiables en matière de rentabilité économique des différents procédés, les expériences recueillies jusqu'alors étant insuffisantes et encore en phase pilote.
DÉTAIL DES APPLICATIONS	
PROCÉDURES TECHNIQUES	<p>Un processus de récupération du phosphore peut s'intégrer à différentes phases du traitement des eaux usées dans des stations d'épuration communales et provenir de celles-ci. La plus grande partie des charges en phosphore relève normalement des boues d'épuration ainsi produites, ce qui explique pourquoi les procédés industriels se concentrent actuellement sur la récupération du phosphore depuis ces substances. Le type de liaison chimique et la concentration de phosphore contenu dans les matières à traiter revêtent une grande importance pour l'investissement requis et un taux de récupération élevé.</p> <p>Plusieurs projets pilotes ont confirmé en principe la faisabilité industrielle des différentes approches de récupération mais aucun n'a encore abouti à une commercialisation. Il convient donc de souligner qu'il n'existe actuellement qu'un nombre limité d'entreprises et de procédés en vue de pouvoir réaliser en termes économiques une récupération du phosphore. La suite évoque des procédés de récupération de phosphore qui sont déjà passés de la phase pilote à la mise en application avec une grande stabilité de fonctionnement.</p> <p><u>Récupération du phosphore contenu dans les boues digérées par précipitation et cristallisation dans le processus de la station d'épuration</u></p> <p>Les procédés de précipitation et de cristallisation ne s'appliquent qu'à la fraction dissoute du phosphore. Par conséquent, on ne peut exclure, selon le processus, des incompatibilités avec une élimination du phosphore par précipitation aux sels de fer et d'aluminium. Pratiqué</p>

à long terme avec succès, ce type de récupération du phosphore obtenu par déshydratation des boues digérées se réalise au moyen des deux procédés suivants.

Le procédé AirPrex®:

Ce procédé repose sur la précipitation de l'ammonio phosphate de magnésium (MAP) et a été initialement développé par Berliner Wasserbetriebe (BWB = société berlinoise de distribution d'eau) pour inhiber la formation d'incrustations de MAP dans les tuyauteries. Les boues digérées sont acheminées ici du digesteur vers un système réacteur à deux étapes et soumises à un stripping à l'air. Le dégazage du CO₂ entraîne une forte augmentation du pH. L'adjonction simultanée de sels de magnésium provoque la formation et la précipitation de cristaux de MAP que l'on peut séparer des boues à un stade ultérieur. Après traitement, le MAP se commercialise sous forme de fertilisant destiné, entre autres, à l'agriculture. La figure ci-après présente le procédé simplifié:

Figure 26 : Configuration de base du procédé AirPrex® (schéma d'après l'OFEV, 2009)

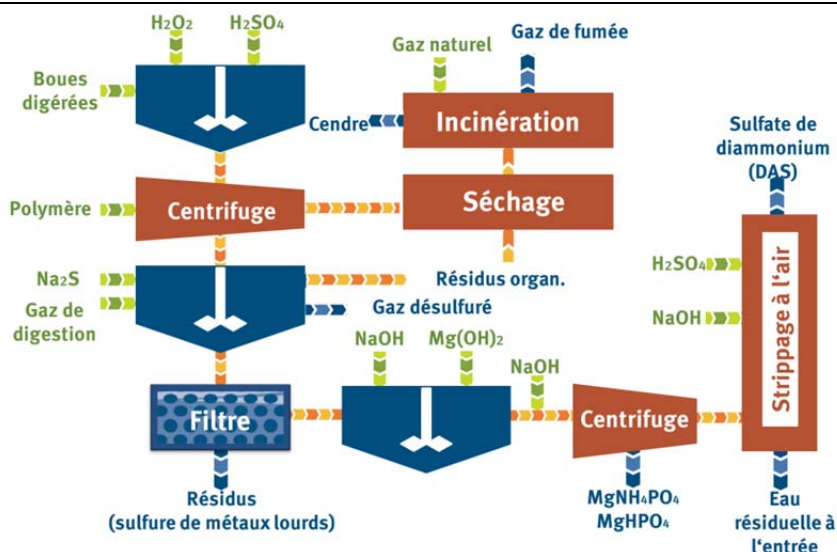


Berlin récupère entre 3.5 % et 8 % du phosphore amené en station d'épuration – selon les besoins en ventilation.

Procédé Seaborne:

Ce procédé est pratiqué avec succès dans la station d'épuration de Gifhorn en Basse-Saxe. Il s'agit d'un procédé relativement complexe et sophistiqué. Les boues d'épuration sont hydrolysées avec du peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) additionné d'acide sulfurique. L'étape suivante consiste à la déshydratation par centrifugeuse, le phosphore et les métaux lourds étant principalement contenus dans le concentré. La précipitation à base de sulfures élimine les métaux lourds et l'augmentation du pH par l'apport de magnésium et de soude caustique au ammonio phosphate de magnésium (MAP) précipite le phosphore. Le MAP est ensuite centrifugé et séché. L'étape suivante précipite le sulfate de diammonium (DAS) par stripping à l'air et par adjonction d'acide sulfurique pour minimiser la charge en NH₃ dans les eaux usées restantes. Un schéma simplifié du procédé est indiqué dans la figure ci-dessous :

Figure 27 Schéma du procédé Seaborne (schéma d'après l'OFEV, 2009))



Les procédés tels que Ostara Pearl®, NuReSys® ou Fix-Phos sont déjà mis en œuvre à l'échelle industrielle et doivent donc être pris en considération à l'avenir.

Procédé de récupération de phosphore à partir des cendres de boues d'épuration

Les procédés qui seront présentés ici se basent exclusivement sur le traitement des cendres issues de la mono-incinération des boues d'épuration. On utilise en principe deux méthodes de récupération du phosphore provenant des cendres des boues d'épuration. Il s'agit ici d'une part, du conditionnement hydrochimique et, d'autre part, de l'extraction thermique. Le phosphore est lié chimiquement dans les cendres sous forme de phosphates de fer, d'aluminium et de calcium, le dernier formant le composé principal. La teneur en phosphore contenue dans les cendres oscille entre 5 et 10% (en moyenne 64 kg par kg de cendres). Dans le meilleur des cas, il est possible d'obtenir des taux de récupération de phosphore allant jusqu'à 90 %.

Conditionnement hydrochimique:

Dans ce cas, le phosphore extrait des cendres est mis en solution au moyen d'une élution. Ce procédé s'avère problématique en ce qui concerne la teneur de métaux lourds, laquelle se dissout également dans la solution. On peut toutefois précipiter ultérieurement ces métaux lourds, par ex. sous forme de sulfures, et les extraire du phosphore dissout. La précipitation du phosphore s'effectue, selon le pH, sous forme de phosphate de fer, d'aluminium et de calcium pendant la neutralisation de l'éluant acide. Le phosphate de calcium constitue un des produits principaux du conditionnement hydrochimique, étant donné que l'on utilise fréquemment de l'hydroxyde de calcium (lait de chaux) pour neutraliser l'éluant. Sur le plan industriel, les procédés Stuttgart, Budenheim Carbonic Acid Process et Tetrachos sont déjà en bonne voie et pourraient donc être intéressants à l'avenir en tant que procédé de minéralisation acide.

Extraction thermique:

L'extraction thermique concerne deux procédés qui ont évolués au fil du temps à partir d'essais pilotes et abouti à des procédés appliqués à l'échelle industrielle.

Procédé ASH DEC (Outotec) :

L'avantage de ce procédé réside en la séparation des métaux lourds et en un produit riche en phosphore pouvant être utilisé comme engrais agricole.

La cendre est homogénéisée et pelletisée avec des chlorures alcalins et/ou alcalino-terreux alcalino dans un mélangeur intensif. La composition et le dosage des additifs constituent des paramètres essentiels de ce processus car ils sont déterminants pour la transformation des phosphates de calcium et d'aluminium également en des composés phosphatés. La figure suivante montre l'installation pilote d'origine de ce procédé.

Figure 28: Installation pilote ASH DEC (Outotec) Leoben en Autriche, 2008 (Photo: Outotec GmbH & Co. KG)



Les pellets de boue d'épuration sont amenés dans un réacteur thermique et traités à une température d'environ 1.000 °C pendant 30 minutes maximum. Pendant ce temps, 99 % des métaux lourds réagissent, notamment les substances toxiques comme le mercure, le cadmium et le plomb, avec les additifs et s'évaporent. Les autres métaux lourds qui agissent à une dose acceptable comme oligoéléments sont séparés jusqu'à l'obtention des valeurs de fonctionnement souhaitées ou des seuils légaux admissibles. 97 % de la cendre utilisée est extrudée sous forme de granulés riches en phosphore. Les 3 % de cendre restants sont recueillis dans une installation d'épuration de gaz de fumées et peuvent être réutilisés comme concentré métallique revalorisable. L'inconvénient de ce procédé est sa consommation d'énergie particulièrement élevée.

Procédé Mephrec®:

Ce procédé métallurgique permet de récupérer le phosphore comme produit fertilisant. Une faible partie de la boue d'épuration séchée (par ex. 25% de matière sèche) est agglomérée en briquettes, seule ou mélangée par exemple avec des cendres de boue ou de la farine animale d'une teneur en P_2O_5 correspondante, puis soumise dans des conditions réductrices, à des températures jusqu'à 2000°C, à une gazéification de fusion dans un four à cuve. Les scories générées sont transformées en granulés dans un bain d'eau pour être utilisées sous forme d'engrais riche en phosphore, comme décrit précédemment. Les métaux lourds à haut point de fusion se retrouvent dans l'alliage métallique coulable, tandis que les métaux à faible point de fusion (comme le zinc, le cadmium, le mercure) s'évaporent et sont séparés dans un épurateur des gaz de fumées.

COURANT ET QUANTITÉS DE MATÉRIAUX

Variables selon le procédé utilisé.

Les valeurs d'orientation suivantes figurent dans la publication spécialisée « Klärschlamm-sorgung in der Bundesrepublik Deutschland » (élimination des boues d'épuration en République fédérale d'Allemagne) [1] de septembre 2013 :

- Le procédé AirPrex® fournit 2 Mg MAP/jour pour une introduction de 100m³/h.
- Le procédé Seaborne apporte en moyenne 1,3 Mg MAP/jour pour 120 m³/jour de boues digérées introduites, ce qui correspond à une quantité de phosphore annuelle d'environ 60 Mg.
- Les procédés hydrochimiques avec le précipité MAP permettent de récupérer environ 40% à 70% du phosphore contenu à l'entrée de la station d'épuration.
- Les procédés thermométallurgiques permettent une récupération quasi intégrale (>90%) du phosphore arrivant en station d'épuration.

	<ul style="list-style-type: none"> - Dans le cadre du projet européen SUSAN, le procédé thermochimique de la société Outotec (anciennement ASH DEC) a généré approximativement 10.000 Mg/an d'engrais phosphaté pour 12.000 Mg/an de cendres de boue introduites, sur la base d'un taux de phosphore arrivant en station d'épuration d'environ 9% - Le procédé Mephrec® de la société bavaroise Ingitec est un procédé métallurgique qui fournit 12.000 Mg/an de cendres à base de phosphore à partir d'environ 60.000 Mg/an de boue d'épuration (25% de matière sèche). La substitution du phosphore finalement réalisable ainsi s'élève à env. 500 Mg/a. <p>* Conversion du taux de phosphore de P2O5 = 43,64% et de MAP = 12,62%</p>
LIENS ET POSSIBILITÉS DE COMBINAISON AVEC D'AUTRES TECHNIQUES	<ul style="list-style-type: none"> - Les procédés s'intègrent bien dans l'ensemble du processus des stations d'épuration communales et peuvent être concrétisés sur le site de la station si celles-ci sont reconfigurées en conséquence ou des installations supplémentaires mises en place. - La mono-incinération constitue une bonne option d'élimination des boues d'épuration produites ; il est possible de la conjuguer à la récupération du phosphore et donc de l'utiliser simultanément. Le processus de combustion permet de fournir également l'énergie nécessaire à la récupération.
VALEURS INDICATIVES POUR L'APPLICATION : UTILISATION DES RESSOURCES	
BILAN ÉNERGÉTIQUE	<ul style="list-style-type: none"> - Les besoins en énergie liés à la récupération du phosphore peuvent être considérables, selon le procédé utilisé. Pour le procédé ASH DEC, la consommation d'énergie s'établit à 400-850 kWh/t. L'énergie peut être obtenue par l'incinération des boues d'épuration.
DEMANDE EN MAIN-D'ŒUVRE	<ul style="list-style-type: none"> - L'exploitation des stations de récupération de phosphore requiert un personnel qualifié, spécifiquement pour la gestion et la surveillance des processus. Les besoins exacts en personnel dépendent de la taille de la station et du degré d'automatisation. - En principe, une grande partie des processus peut être effectuée par le personnel formé de la station d'épuration.
AUXILIAIRES OU AUTRES CONSOMMABLES NÉCESSAIRES	<ul style="list-style-type: none"> - Selon le procédé, on utilise différents adjuvants chimiques pour la précipitation et l'extraction des fractions de phosphore, comme indiqué dans les descriptions des procédés.
ENCOMBREMENT AU SOL	<ul style="list-style-type: none"> - Il dépend du procédé. Les procédés de cristallisation et de précipitation présentent généralement un faible encombrement. En revanche, les procédés de minéralisation acide nécessitent beaucoup de place. - L'encombrement est lié en outre au substrat traité. Plus le débit volumique à traiter est faible, plus le volume du réacteur nécessaire est faible, et donc aussi l'encombrement. - Les installations peuvent souvent être intégrées sur le site de la station d'épuration.
SUIVI ULTÉRIEUR	<ul style="list-style-type: none"> - Les produits résiduels des procédés, à savoir les boues d'épuration et les cendres résiduelles, doivent être ensuite traités et éliminés conformément aux normes existantes.
VALEURS INDICATIVES POUR L'APPLICATION : COÛTS	
INVESTISSEMENT	<ul style="list-style-type: none"> - Très variable Pour l'installation de référence érigée à Gifhorn (D) avec une production de MAP de 1,3 à 1,8 Mg/jour (procédé Seaborne, cf. ci-dessus), l'investissement a représenté en 2007 7,6 millions EUR. Dont env. 4 millions EUR investis pour la technique des installations et de leur équipement. - On compte pour la minéralisation chimique des cendres un volume d'investissement de 11 millions € pour un traitement annuel de 15.000 tonnes. - La valeur d'investissement connue pour les installations de récupération de phosphore se situe dans une fourchette de 6 à 20 millions EUR. (s'appuyant sur diverses informations/sources jusqu'à env. 2014)

COÛTS D'EXPLOITATION	<ul style="list-style-type: none"> - Les coûts d'exploitation et ceux des produits chimiques nécessaires sont les principaux inducteurs de coûts de la plupart des procédés. De manière générale, ces coûts sont encore relativement élevés et très souvent peu compétitifs par rapport aux prix d'achat usuels du marché du phosphore. - Pour la précipitation du MAP, les frais de processus sont estimés à environ 3-4 €/kg P. - On évoque même des coûts d'exploitation annuels atteignant jusqu'à 5,80 €/kg de phosphore dissout pour le conditionnement hydrochimique, qui sont dus à une forte consommation de produits chimiques - (s'appuyant sur diverses informations /sources jusqu'à env. 2010) L'optimisation continue des processus a permis toutefois partiellement une nette réduction des coûts.
RECETTES POSSIBLES	<ul style="list-style-type: none"> - Potentiels de recettes par la commercialisation des produits obtenus par récupération (généralement des engrais phosphatés). On escomptait un rendement annuel pour les installations ASH DEC prévues se chiffrant à un montant compris entre 4 et 12 millions EUR.
COÛT TOTAL RAPPORTÉ AU POIDS	<ul style="list-style-type: none"> - En raison des essais industriels encore jeunes et de l'expérience limitée en matière de conversion en mode continu, il convient d'interpréter les coûts de récupération avec grande prudence. Les coûts de récupération des procédés de cristallisation et de précipitation sont généralement inférieurs à ceux du procédé de minéralisation acide utilisé pour la récupération thermochimique. De façon générale, la récupération du phosphore coûte nettement plus chère que les engrais phosphatés conventionnels. - Pour évaluer le bilan global des coûts engagés pour la récupération du phosphore, il faut, outre les frais purement liés aux procédés, tenir compte également des économies réalisées par le procédé en place dans la station d'épuration. La prise en compte des économies possibles permet de réduire au plus bas les coûts de récupération des procédés de minéralisation thermochimique normalement très coûteux. Les frais d'élimination des boues d'épuration joue notamment ici un rôle significatif.
AUTRES DÉTAILS	
APERÇU SUR LE MARCHÉ	
APPLICATIONS DE RÉFÉRENCE <i>(Important : La liste qui suit n'est nullement exhaustive.)</i>	<p>Selon la source [1], les techniques de récupération du phosphore sont utilisées ou censées être utilisées en Allemagne en mode normal.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Station d'épuration Gifhorn (procédé Seaborne, précipitation MAP), depuis 2007 - Station d'épuration Waßmannsdorf, Berliner Wasserbetriebe (procédé Airprex) - Station d'épuration Offenburg, Bade-Wurtemberg (procédé Stuttgart) - Station d'épuration 1, Nuremberg (procédé Mephrec, gazéification d'un bain de fusion, agglomérés à partir des boues d'épuration –actuellement encore au stade de la planification) <p>D'autres installations comportent des procédés (en partie alternatifs) qui sont actuellement à un stade expérimental (entre autres, Hildesheim/Fix-Phos, station d'épuration Rastatt/PHOSIEDI).</p>
FABRICANTS ET OPÉRATEURS ATTESTÉS <i>(Important : La liste d'établissements qui suit n'est nullement exhaustive.)</i>	<p>Les ingénieurs en développement et en technologie des approches décrites concernant la récupération du phosphore sont entre autres :</p> <p><u>Procédé Seaborne</u> : Oxytabs (autrefois Seaborne), D-24768 Rendsburg</p> <p><u>Procédé AirPrex®</u> : Polution Control Service GmbH, D-22143 Hambourg www.pcs-consult.de</p> <p><u>Procédé Mephrec®</u> : Ingitec®Engineering GmbH, D-04178 Leipzig www.ingitec.de</p> <p><u>Procédé ASH DEC</u> : - Outotec GmbH & Co. KG www.outotec.com/en/About-us/Acquisitions/ASH-DEC</p>

REMARQUES ET AUTRE DOCUMENTATION DE RÉFÉRENCE

Un complément d'informations détaillées utiles et un aperçu de la récupération du phosphore sont disponibles entre autres ici :

- Publication "Klärschlamm-sorgung in der Bundesrepublik Deutschland" de septembre 2013; Source [1] <http://www.umweltbundesamt.de/en/publikationen/klaerschlammsorgung-in-bundesrepublik>
- Rapport de recherche « Phosphorrecycling – Ökologische und wirtschaftliche Bewertung verschiedener Verfahren und Entwicklung eines strategischen Verwertungskonzepts für Deutschland » de novembre 2011 http://www.isi.fraunhofer.de/isi-wAssets/docs/n/de/publikationen/Abschlussbericht_Phobe-1.pdf
- Rapport de l'application industrielle de la technologie Seaborne dans la station d'épuration Gifhorn, septembre 2012: http://www.asg-gifhorn.de/docs/abschlussbericht_seaborne_technologie_gifhorn.pdf
- Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA), www.dwa.de; dont la bibliothèque DWA: <http://www.dwa.de/dwa/sitemapping.nsf/literaturvorschau?openform&bestandsnr=48447>

Stockage temporaire et décharge des déchets

Dans les pays européens possédant les techniques évoluées de maîtrise des déchets, le stockage définitif des déchets en décharge de type traditionnel, qui reste une pratique largement répandue de gestion des déchets, est remplacé de plus en plus souvent par des techniques de traitement perfectionnées, par la mise en valeur des matériaux récupérés et par l'obtention d'un faible taux de matériaux résiduels. L'application des techniques thermiques et biologiques de traitement des déchets a pour but l'utilisation poussée des capacités énergétiques des déchets, la récupération des taux de matériaux recyclables les plus élevés et la réduction sensible des résidus destinés aux décharges. L'abandon du principe général de décharge représente une évolution nécessaire vers l'abandon du principe général de décharge représente une évolution nécessaire vers une maîtrise durable des déchets supposant la mise en œuvre conséquente du principe de recyclage, une réglementation sans faille appliquée rigoureusement. La Directive de l'Union Européenne concernant la mise en décharge des déchets, qui définit les lignes générales de l'action des États membres, précise en particulier que les déchets biodégradables seront progressivement retirés de la décharge et qu'ils devront être soumis à un traitement préalable avant de pouvoir être stockés d'une manière quelconque. À long terme, ce que l'on se propose à ce niveau, c'est aussi de réduire au maximum le stockage, ce qui suppose la concentration des efforts sur la prévention des déchets et le traitement de tous les déchets émis, de manière à optimiser leur valorisation.

Conséquence de cette approche, les quantités de déchets traités pour le recyclage des matériaux et le prélèvement de l'énergie augmentent constamment. Il est donc nécessaire de disposer de capacités suffisantes de traitement et de mise en valeur des déchets. Un stockage intermédiaire temporaire peut s'avérer nécessaire pour recevoir provisoirement les volumes de déchets fournis ou les produits résultant de l'opération de retraitement qui sont stockés dans les dépôts mis normalement à disposition.

La décharge ordonnée et contrôlée des déchets entiers et des résidus de déchets restera toutefois nécessaire, même si le traitement et la mise en valeur progressent constamment et que les déchets résiduels restants diminuent proportionnellement. Dans cette optique, trois

catégories de décharge ont été spécifiées et s'imposent aux pays européens pour répondre à la demande quantitative et à la sécurité des décharges.

La première catégorie est celle des décharges pour les déchets non dangereux tels que pour les ordures ménagères résiduelles et les déchets du commerce et de l'industrie ne pouvant pas être traités et présentant une faible concentration de substances potentiellement toxiques ou polluantes pour l'environnement. Ces décharges sont de type universel, c'est-à-dire qu'elles sont ouvertes aux ordures ménagères, aux déchets industriels et commerciaux et aux résidus de traitement de ces mêmes déchets.

Le traitement de déchets qui auront subi des substances biologiquement actives et la induisent forcément la formation de gaz polluants et d'eau de décharge qui ne peuvent pas être totalement exclus. Il faut donc que les décharges soient dotées des équipements techniques et appliquent les mesures de protection pour prévenir le dégagement dans l'atmosphère et dans les eaux souterraines des différentes émissions et des substances nocives. En plus de ces dispositions de prévention, on prévoit l'application de différentes mesures de contrôle et de sécurité pendant une durée d'au moins trente ans pour toutes les décharges.

La deuxième catégorie est constituée par les décharges des substances inertes. Elles sont conçues uniquement pour le stockage durable des déchets minéraux et des substances inertes, ne libérant aucun polluant. Il s'agit en particulier des matériaux d'excavation du sol, des déblais provenant des activités minières, des déchets de construction et de démolition à caractère inerte pour la plupart (par exemple les pierres, le béton, la brique, le sable et les mélanges de ces matériaux).

La troisième catégorie est celle des décharges de déchets dangereux. Elle est réservée exclusivement aux déchets qui présentent un fort potentiel de pollution de l'environnement et qui contiennent un taux élevé de substances nocives pour l'environnement. Par conséquent, ces décharges doivent être aménagées et exploitées en vertu de caractéristiques spécifiques de sécurité et en association avec des mesures obligatoires de suivi. Par exemple, les décharges de déchets dangereux doivent toutes présenter un site/sous-sol particulier, un double étanchement de la base et d'autres aménagements de protection des sols, des eaux souterraines et de l'atmosphère contre la migrations des substances. Il existe en outre des contraintes spécifiques concernant le

contrôle et le suivi. La Directive Européenne est assortie d'un catalogue complet des différentes mesures de prévention et de protection et spécifie par ailleurs que tous les déchets potentiellement dangereux qui sont dirigés vers ces décharges doivent être assortis d'une information complète sur l'origine et les voies d'acheminement. Spécifie par ailleurs que tous les déchets potentiellement dangereux

Le principe général est que ces décharges accueillent uniquement les déchets pour lesquels elles ont été conçues et homologuées. Ces trois types de décharge ne doivent en aucun cas stocker les déchets suivants :

- ▶ déchets liquides et visqueux,
- ▶ déchets facilement inflammables et combustibles,
- ▶ déchets explosifs ou présentant un potentiel élevé de réactivité chimique,
- ▶ déchets médicaux et hospitaliers présentant un risque infectieux indubitable,
- ▶ déchets de pneumatiques et
- ▶ tous les autres déchets dont le stockage en décharge est expressément interdit par la réglementation en vigueur.

Les procédures et les technologies de traitement devant intervenir nécessairement avant la décharge pour

satisfaisant aux critères de réception sont la stabilisation et le compactage, la neutralisation des boues, des terres, des émulsions, des liquides, des poudres et des poussières contenant des polluants et sans polluant. La réglementation prescrit les différentes méthodes de stabilisation des métaux lourds par conversion en un produit inerte auquel les métaux lourds sont liés indissolublement avant d'être déchargés. Ces différentes techniques sont entièrement adaptées aux différentes catégories de déchets traités et, par conséquent, ne sont pas traitées en détail dans la présente documentation.

Remarque : Les fiches techniques auxquelles il est fait renvoi décrivent en détail les technologies évoquées précédemment.

Tableau 1: Sommaire des fiches techniques concernant le stockage temporaire et la décharge des déchets

Flux de déchets
<u>Stockage temporaire</u>
<u>Stockage temporaire des déchets</u>
<u>Décharge</u>
<u>Décharges de déchets inertes</u>
<u>Décharges de déchets non dangereux</u>
<u>Décharges de déchets dangereux</u>

STOCKAGE TEMPORAIRE DES DÉCHETS

DOMAINE
D'APPLICATION ET
UTILISATIONS

- Stockage temporaire des déchets nécessitant un traitement ultérieur pendant les périodes de saturation des installations de traitement (stockage de longue durée) ou pendant les campagnes d'inspection et les défaillances des installations (stockage de courte durée).

CARACTÉRISTIQUE DU CADRE GÉNÉRAL DE L'APPLICATION

APPLICABLE NOTAMMENT AUX TYPES DE DÉCHETS SUIVANTS

Verre usagé		Emballages légers		Déchets alimentaires et épiluchures	
Papier et carton		Ordures ménagères composites	X	Déchets encombrants	X ¹
Lampes usagées		Textiles usagés		Déchets d'équipements électriques et électroniques	
Ferraille		Bois usagés		Déchets de construction et gravats	
Huiles de vidange		Peintures et vernis usagés		Pneumatiques usés	
Déchets dangereux					
Déchets de fabrication et spécifiques de certaines activités	X				
Autres types de déchets					

CARACTÉRISTIQUES ET SPÉCIFICATIONS SPÉCIALES POUR L'UTILISATION

Nécessité d'un traitement préliminaire :

Concassage du matériau stocké ou traitement approprié pour la préparation des procédures en amont du traitement final (par exemple MBA).

Possibilité d'utilisation du matériau brut:

En fonction de la filière de traitement prévu ultérieurement.

Nécessité d'un traitement ultérieur :

Remise à l'état initial des aires de stockage:

Protection nécessaire du matériau :

- Emballage du matériau sous un film étanche à l'air et à l'humidité,
- contrôle du matériau stocké pour le suivi du dégagement de gaz et l'évolution de la courbe de température,
- mesures d'étanchéité du socle et protection contre le feu.

Il est déconseillé d'entreposer les déchets en tas ou en balles ouvertes, par suite du risque de départ de feu sous apport d'oxygène !

INFLUENCE DES FACTEURS EXTÉRIEURS SUR LES POSSIBILITÉS ET LES TYPES D'APPLICATION

Infrastructures :

Le site de stockage doit être accessible facilement ;

en général, les décharges contrôlées présentent toutes les conditions nécessaires pour le stockage des déchets d'agglomération.

La présence d'un socle stable et consolidé est une condition minimale pour l'entrepôt des balles sous film.

Conditions climatiques :

Il n'y a pratiquement pas de limites ; toutefois il y a risque de surchauffe du matériau et de départ de feu s'il est exposé directement à la lumière du soleil et dans les zones climatiques chaudes.

Main-d'œuvre nécessaire :

Une main-d'œuvre de qualification particulière n'est pas nécessaire.

¹ Uniquement pour les déchets encombrants après concassage

DÉTAILS TECHNIQUES											
APERÇU GÉNÉRAL											
DESCRIPTION BRÈVE	<p>Le stockage transitoire s'impose lorsque les capacités des installations de traitement ne sont pas disponibles par suite de défaillance, de contrôle technique ou pour toute autre raison. Un stockage transitoire peut devenir nécessaire pour les déchets en grandes quantités, les ordures ménagères non traitées, les déchets à fort pouvoir calorifique. Le stockage des balles sous film plastique a donné toute satisfaction et sera examiné ci-dessous en détail.</p> <p>Les déchets d'agglomération non traités peuvent aussi être stockés par épandage de couches sur les décharges satisfaisant aux critères généraux. Le stockage est alors semblable au dépôt des ordures dans une décharge et, pour cette raison, nous renvoyons à la fiche technique des décharges (voir fiche technique «<u>Décharge pour déchets non dangereux</u>»).</p>										
SPÉCIFICATIONS DE BASE	<ul style="list-style-type: none"> - Surface consolidée avec collecte de l'eau de décharge ou surface de décharge satisfaisant aux prescriptions générales. - Les déchets se présentent sous une forme telle qu'ils ne sont pas encombrants et peuvent être compactés. 										
RÉSULTATS ATTENDUS	<ul style="list-style-type: none"> - Matériaux bruts : Matériaux adaptés pour un traitement ultérieur (par exemple déchets non traités des agglomérations ou déchets destinés au traitement thermique – déchets à grande capacité calorifique). 										
AVANTAGES PARTICULIERS	<ul style="list-style-type: none"> - On évite de cette manière de faire traiter les déchets dans une installation externe. 										
INCONVÉNIENTS SPÉCIFIQUES	<ul style="list-style-type: none"> - Coûts supplémentaires. - Encombrement des surfaces. - Réduction de la capacité de traitement ultérieur pour les déchets à grande capacité calorifique, nécessité d'un traitement de régénération). 										
DÉTAIL DES APPLICATIONS											
PROCÉDURES TECHNIQUES	<p>Tableau 1 : Différenciation Procédures Techniques</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Balles rondes</th> <th>Balles rectangulaires</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Caractéristiques des balles :</td> </tr> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> - Compactage plus facile - Meilleure protection des surfaces en contact avec l'air par un tissu approprié - Stockage et transport rendus plus difficiles par la forme des balles - Facilité d'ouverture des balles - Poids : 400 à 1.450 kg par balle </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> - Facilité de transport et de stockage. - Réduction de la stabilité du fait que le matériau n'est maintenu que par un fil de fer ; stabilité de contact extérieur par l'enveloppe </td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Équipements mécaniques :</td> </tr> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> - Machine d'enroulage - Mobile - Robuste, usure faible - Consommation énergétique : env. 1,5 kWh par balle - 20 à 35 balles/h - Pas d'enveloppe nécessaire </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> - Tunnel de compression - Statique - Usure poussée - Consommation énergétique : env. 15 kWh par balle - 20 à 30 balles/h - Enveloppe nécessaire </td> </tr> </tbody> </table> <p>Le compactage des matériaux en balles peut avoir lieu sur le site d'enlèvement ou là où a lieu le stockage. Les matériaux doivent d'abord être concassés. Les balles peuvent être rondes ou rectangulaires. La surface sur laquelle repose le matériau doit être consolidée, par exemple par une couche d'asphalte pour assurer la protection contre l'eau de décharge, surtout dans le cas d'un stockage prolongé (> 1 an). Ce revêtement facilite également la manutention par conditions atmosphériques défavorables. Il est aussi possible de déposer les matériaux sur une décharge avec collecte des lixiviats (voir fiche technique «<u>Décharge pour déchets non dangereux</u>»).</p>	Balles rondes	Balles rectangulaires	Caractéristiques des balles :		<ul style="list-style-type: none"> - Compactage plus facile - Meilleure protection des surfaces en contact avec l'air par un tissu approprié - Stockage et transport rendus plus difficiles par la forme des balles - Facilité d'ouverture des balles - Poids : 400 à 1.450 kg par balle 	<ul style="list-style-type: none"> - Facilité de transport et de stockage. - Réduction de la stabilité du fait que le matériau n'est maintenu que par un fil de fer ; stabilité de contact extérieur par l'enveloppe 	Équipements mécaniques :		<ul style="list-style-type: none"> - Machine d'enroulage - Mobile - Robuste, usure faible - Consommation énergétique : env. 1,5 kWh par balle - 20 à 35 balles/h - Pas d'enveloppe nécessaire 	<ul style="list-style-type: none"> - Tunnel de compression - Statique - Usure poussée - Consommation énergétique : env. 15 kWh par balle - 20 à 30 balles/h - Enveloppe nécessaire
Balles rondes	Balles rectangulaires										
Caractéristiques des balles :											
<ul style="list-style-type: none"> - Compactage plus facile - Meilleure protection des surfaces en contact avec l'air par un tissu approprié - Stockage et transport rendus plus difficiles par la forme des balles - Facilité d'ouverture des balles - Poids : 400 à 1.450 kg par balle 	<ul style="list-style-type: none"> - Facilité de transport et de stockage. - Réduction de la stabilité du fait que le matériau n'est maintenu que par un fil de fer ; stabilité de contact extérieur par l'enveloppe 										
Équipements mécaniques :											
<ul style="list-style-type: none"> - Machine d'enroulage - Mobile - Robuste, usure faible - Consommation énergétique : env. 1,5 kWh par balle - 20 à 35 balles/h - Pas d'enveloppe nécessaire 	<ul style="list-style-type: none"> - Tunnel de compression - Statique - Usure poussée - Consommation énergétique : env. 15 kWh par balle - 20 à 30 balles/h - Enveloppe nécessaire 										

Les lixiviats qui arrivent sur la couche porteuse sont recueillis dans des rigoles de drainage débouchant sur une installation de traitement des lixiviats ou dans un bac collecteur dont l'eau sera traitée. Le matériau entreposé sera recouvert section par section d'un film PE pour détourner l'eau de précipitations et protéger le film contre les rayons UV. Il est aussi possible d'épandre une couche de terre sur l'ensemble (voir la figure 1), donnant par ailleurs la garantie qu'il n'y aura pas formation de cheminées de circulation d'air pouvant être à l'origine d'un départ de feu.

Figure 1: À gauche : Film de recouvrement /à droite : Couche de terre supplémentaire (Sources : INTECUS GmbH)



La hauteur de stockage est conditionnée par la portée maximale de l'engin de levage ou du chariot à fourche télescopique et par les propriétés statiques des balles. La hauteur maximale d'empilage des balles est jusqu'à présent de 12. balles.

L'entrepôt sera divisé en sections de protection contre le feu (chacune de 2.000 m²) limitées chacune par une paroi ignifuge élevée au fur et à mesure du stockage des balles.

COURANTS ET QUANTITÉS DE MATÉRIAU	<p>Entrée</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ordures ménagères, déchets encombrants, déchets de grande capacité calorifique - Film, tissu résistant aux conditions atmosphériques, fil de fer d'emballage - Recouvrement du socle avec un matériau de protection et de prévention du feu. 	<p>Sortie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ordures ménagères, déchets encombrants, déchets de grande capacité calorifique - Matériau ayant servi pour la couverture du socle - Film, tissu résistant aux conditions atmosphériques, fil de fer d'emballage usagé
DOMAINE D'APPLICATION	Entrepôts transitoires de contrôle à proximité des installations de traitement d'une capacité minimale de 1.000 Mg allant jusqu'à une capacité totale de 400.000 Mg dans les grands entrepôts.	
LIENS ET POSSIBILITÉS DE COMBINAISON AVEC D'AUTRES TECHNIQUES	Le stockage transitoire a lieu avant le traitement ou avant l'élimination définitive. Avant de commencer le déchargement, il convient de s'assurer que les capacités de traitement ou d'élimination sont disponibles au terme de la durée de stockage. Éviter un stockage transitoire inutile ou prolongé.	
GRANDS REPÈRES POUR LES APPLICATIONS : UTILISATION DES RESSOURCES		
BILAN ÉNERGÉTIQUE	Entrée : Consommables pour les groupes et les équipements de sécurité (par exemple carburant Diesel, courant).	
ÉMISSION DE CO₂	Faible émission de CO ₂ et de méthanes ; quantités négligeables.	
AUXILIAIRES OU AUTRES CONSOMMABLES NECESSAIRES	<ul style="list-style-type: none"> - Film, tissu résistant aux conditions atmosphériques et fil de fer. - Matériau de recouvrement du socle et de prévention du feu. 	

DEMANDE EN MAIN-D'ŒUVRE	- 2 personnes pour la compression en balles et le stockage. - Personnel de surveillance et de contrôle.
ENCOMBREMENT AU SOL	Technique de compression des balles : - Balles rondes : 18 x 3 x 5 m - Balles rectangulaires : 35 x 5 x 6 m Surface de l'entrepôt : 0,1 à 0,8 m ² /Mg (en fonction du matériau, des nécessités de prévention du feu et de la hauteur de stockage).
TRAITEMENT ULTERIEUR	- Remise en état de l'entrepôt. - Remise en état des surfaces utilisées.
GRANDS REPÈRES POUR LES APPLICATIONS : COÛTS	
INVESTISSEMENT	- En général réduit du fait que les surfaces et les équipements techniques sont mobilisés pendant une durée limitée.
COÛTS D'EXPLOITATION	- 20 à 50 EUR/Mg selon le volume et le type de déchets stockés (état de 2008).
POTENTIELS DE RECETTES	- Uniquement dans le cas de stockage pour les tiers, par une redevance de prise en charge et de stockage.
COÛT TOTAL RAPPORTÉ AU POIDS	- 20 à 50 EUR/Mg selon le volume et le type de déchets stockés (état de 2008).
AUTRES DÉTAILS	
APERÇU SUR LE MARCHÉ	
APPLICATIONS DE RÉFÉRENCE	Les entreprises spécialisées dans la manutention de grandes quantités de déchets et les opérateurs d'installations de traitement sont dans l'obligation de créer des entrepôts transitoires pour couvrir les périodes de défaillance, les campagnes de contrôle et les gros arrivages. En fonction des nécessités concrètes, différents exemples peuvent être fournis sur demande. Il existe des entrepôts transitoires un peu partout dans le monde. En Allemagne, leur taille totale se situait en 2006 temporairement entre 2 et 4 millions Mg; depuis 2009 elles ont toutes été démantelées. Il est difficile de renvoyer aux installations existantes puisqu'elles ont toutes un caractère temporaire.
FABRICANTS ET OPÉRATEURS ATTESTÉS <i>(Important : La liste d'établissements qui suit n'est nullement exhaustive.)</i>	Fabricants de : <u><i>Presse-balles et compression en balles :</i></u> - Schuster Engineering www.schusterengineering.de - EuRec Technology Sales & Distribution GmbH www.eurec-technology.com - PTF Häusser GmbH www.ptf-hauesser.de <u><i>Film rétractable :</i></u> - FRANPACK GmbH www.franpack.de - Manuli Stretch Deutschland GmbH www.manulistretch.com - R&S Kunststoff-Verarbeitungen GmbH www.rs-kunststoffverarbeitung.de <u><i>Presse-balles et compression en balles :</i></u> - C. Steffenewers GmbH & Co.KG www.steffenewers.de - Kurschildgen GmbH Hebezeugbau www.tigerhebezeuge.de - Kock & Sohn www.kock-sohn.de - Liebherr-International Deutschland GmbH www.liebherr.com

DÉCHARGE POUR DÉCHETS INERTES

DOMAINE
D'APPLICATION ET
UTILISATIONS

- Stockage contrôlé peu coûteux des déchets inertes minéraux n'induisant aucun risque pour l'environnement et n'exigeant aucune mesure particulière de protection

CARACTÉRISTIQUE DU CADRE GÉNÉRAL DE L'APPLICATION

APPLICABLE NOTAMMENT AUX TYPES DE DÉCHETS SUIVANTS

Verre usagé	X ²	Emballages légers	Déchets alimentaires et épiluchures
Papier et carton		Ordures ménagères composites	Déchets encombrants
Lampes usagées		Textiles usagés	Déchets d'équipements électriques et électroniques
Ferraille		Bois usagés	Déchets de construction et gravats
Huiles de vidange		Peintures et vernis usagés	Pneumatiques usés
Déchets dangereux			
Déchets de fabrication et spécifiques de certaines activités	X	Par exemple déchets de plastique ne pouvant pas être recyclés ou traités.	
Autres types de déchets	X	Par exemple matériaux de déblai et terre, gravillon, déchets d'asphalte, pierres, briques, morts terrains de travaux d'excavation, résidus minéraux et scories provenant du traitement.	

CARACTÉRISTIQUES ET SPÉCIFICATIONS SPÉCIALES POUR L'UTILISATION :

Nécessité d'un traitement ultérieur :

Les mesures de suivi après fermeture sont constituées principalement par la sécurisation du site, les contrôles réguliers, la surveillance du niveau des eaux souterraines et autres indicateurs.

Exigences particulières en matière de protection :

Protection contre l'échappement des polluants dans les eaux, le sol et l'air atmosphérique, protection des installations contre les accès non autorisés et les déchargements intempestifs.

Mécanismes de financement appropriés :

Le prélèvement d'une redevance, d'une taxe de décharge et/ou d'un impôt assiste le financement de ce type de traitement.

INFLUENCE DES FACTEURS EXTÉRIEURS SUR LES POSSIBILITÉS ET LES TYPES D'APPLICATION :

Infrastructures :

Les décharges seront créées d'après les grands principes suivants :

- Les sites retenus doivent avoir une superficie suffisante et présenter les caractéristiques géologiques et hydrogéologiques nécessaires.
- Les sites de décharge doivent être suffisamment éloignés des zones d'habitation.
- Les sites de décharge doivent présenter une possibilité d'accès par la route ou le rail.

Conditions climatiques : Il n'existe aucune limitation de nature climatique.

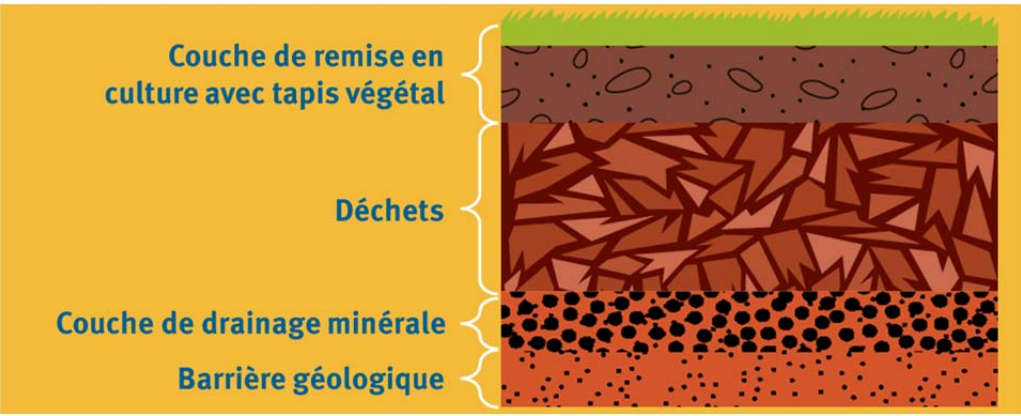
DÉTAILS TECHNIQUES

APERÇU GÉNÉRAL

DESCRIPTION
BRÈVE

Ces décharges sont des sites réservés et des installations simples pour le stockage des minéraux inertes ou homogènes n'induisant aucun risque pour l'environnement. Il est souvent possible d'y affecter les fosses, les carrières de pierre désaffectées, les exploitations à ciel ouvert, à conditions qu'elles satisfassent aux caractéristiques géologiques et hydrogéologiques.

² Stockage temporaire, mise en valeur directe des matériaux ou utilisation dans les procédures thermiques sont préférables dans tous les cas

SPÉCIFICATIONS DE BASE	<p>Caractéristiques du site :</p> <p>Conditions géologiques et hydrogéologiques appropriées, en particulier :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sous-sol stabilisé de perméabilité faible (>1 m d'épaisseur, coefficient $k_f \leq 1 \cdot 10^{-7} \text{m/s}$) (imperméabilisation de la base). - Couche de drainage minérale d'une épaisseur > 30 cm. - Distance suffisante par rapport aux eaux souterraines.
RÉSULTATS ATTENDUS	<ul style="list-style-type: none"> - Stockage durable et contrôlé des déchets ne nécessitant pas de mesures de protection particulières.
AVANTAGES PARTICULIERS	<ul style="list-style-type: none"> - Relativement facile à aménager et peu onéreux. - Au terme de l'exploitation, il suffit de recouvrir la décharge d'un revêtement végétal pour la remise en culture. - Traitement ultérieur réduit.
INCONVÉNIENTS SPÉCIFIQUES	<ul style="list-style-type: none"> - Exigent des surfaces étendues.
DÉTAIL DES APPLICATIONS	
PROCÉDURES TECHNIQUES	<p>Une décharge pour déchets inertes doit disposer d'au moins 3 zones :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Entrée - Zone de stockage - Zone de travail <p>Une enceinte sera aménagée en plus pour interdire l'accès aux personnes non autorisées, les voies d'accès devront être conçues pour les poids lourds et les mesures appropriées (par exemple des fossés et talus) engagées pour empêcher l'apport des eaux de surface provenant des zones voisines dans la décharge, également en cas de précipitations intenses. Figure 2 montre la structure générale d'une décharge pour déchets inertes.</p> <p>Figure 2: Structure générale d'une décharge pour déchets inertes (conformément au Décret allemand sur le stockage des déchets)</p>  <p>Au terme de l'exploitation d'une partie de la décharge, celle-ci sera imperméabilisée en surface de la manière suivante :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Couche d'égalisation de 0,5 m, si nécessaire. - remise en culture de 1,0 m faite de terre arable et, éventuellement, une couche de drainage inférieure de 0,3 m.
DOMAINE D'APPLICATION	<p>Le site de la décharge pour déchets inertes sera choisi de telle façon que l'exploitation soit possible pendant au moins 10 ans et, dans des conditions optimales, pendant 15 à 20 ans, afin de garantir l'amortissement des investissements nécessaires pour la viabilisation et la fermeture du site (voies d'accès, système de drainage, enceinte, balance de véhicules, mesures de sécurité et de traitement, etc.). La superficie du site et les équipements seront fonction des conditions locales, de l'étendue de la zone desservie, des quantités de déchets émis.</p>

<p>LIENS ET POSSIBILITÉS DE COMBINAISON AVEC D'AUTRES TECHNIQUES</p>	<p>La décharge pour déchets inertes est destinée au stockage sécurisé et durable des matériaux ne présentant pas de risques pour l'environnement. Elle peut être combinée avec les installations de traitement préliminaire des matériaux déchargés.</p>
<p>GRANDS REPÈRES POUR LES APPLICATIONS : UTILISATION DES RESSOURCES</p>	
<p>BILAN ÉNERGÉTIQUE</p>	<p><u>Matériaux bruts :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Consommables énergétiques, par exemple carburant Diesel pour les machines de travail du sol, électricité. <p><u>Matériaux destinés au stockage :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Aucune demande énergétique, les matériaux sont tels qu'ils ne dégagent pas de gaz de décharge ou uniquement en quantités très faibles.
<p>ÉMISSION DE CO₂</p>	<p>Émissions inexistantes ou très faibles.</p>
<p>AUXILIAIRES OU AUTRES CONSOMMABLES NECESSAIRES</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Matériaux pour les couches de recouvrement, voir ci-dessus.
<p>DEMANDE EN MAIN-D'ŒUVRE</p>	<p>La demande en personnel est fortement tributaire des dimensions de la décharge. L'exploitant de la décharge devra s'assurer qu'un personnel qualifié et compétent est disponible à tout moment et en nombre suffisant sur le site pour surveiller, contrôler les activités, prévenir les accidents et en limiter les éventuelles conséquences. Le personnel doit recevoir régulièrement (tous les 2 ans) une formation en matière de mise à la décharge.</p> <p>La demande en personnel est fortement tributaire des dimensions de la décharge. La moyenne pour la réception de quantités annuelles de 500.000 tonnes est de 8 à 10 personnes dont un conducteur de travaux, 3 techniciens pour la réception des matériaux (pesée) et le contrôle de réception, 3 conducteurs de machine et un manœuvre.</p>
<p>ENCOMBREMENT AU SOL</p>	<p>La superficie nécessaire dépend de la capacité prévue pour la décharge et de la structure de surface de la décharge. Bien entendu, la surface requise est plus étendue pour un épandage en surface que pour le déversement dans une excavation (fosse, vallon, carrière de pierre). En fonction de la capacité totale et des quantités réceptionnées chaque jour, la superficie d'exploitation ne devrait pas dépasser 2.000 m² pour les décharges de petite et moyenne surface et 8.000 m² pour les grandes décharges. Les parties de la décharge qui ne sont pas exploitées ou qui sont saturées sont imperméabilisées par un revêtement.</p> <p>A titre d'exemple, une décharge de déchets minéraux d'une capacité totale de 340.000 m³ et d'une quantité de réception annuelle de 30.000 t, d'une hauteur de 15 m, présente une surface d'épandage ouverte de 42.000 m² et une superficie totale d'exploitation de 55.000 m². Pour une capacité totale de 2 millions de m³, la surface sera de 240.000 m².</p> <p>Il faut aussi prévoir les aires d'installation des</p> <ul style="list-style-type: none"> - consommables (eau fraîche, électricité), - le branchement au réseau routier, ferroviaire ou à la voie d'eau, - les zones sécurisées (collecteur de l'eau de décharge, surveillance des eaux souterraines, mise en verdure).
<p>TRAITEMENT ULTÉRIEUR</p>	<p>Une enceinte sera aménagée. Il faut aussi prévoir des contrôles et une surveillance régulière.</p>

GRANDS REPÈRES POUR LES APPLICATIONS : COÛTS	
INVESTISSEMENT	<p>Le montant de l'investissement dépend des conditions locales et de la capacité de la décharge, principalement</p> <ul style="list-style-type: none"> - des frais d'acquisition et de préparation du site de la décharge, - Frais de construction : Les frais de construction sont nettement moins élevés que ceux pour l'aménagement d'une décharge ordonnée pour les ordures ménagères (voir aussi la fiche technique « <u>Décharge pour déchets non dangereux</u> »). - Des frais d'équipement constitués en général de chargeurs sur roues et d'une balance de contrôle.
COÛTS D'EXPLOITATION	<p>Les frais d'exploitation dépendent de la capacité prévue et des équipements utilisés. Par rapport aux décharges ordonnées de déchets d'agglomération, les frais d'exploitation, de maintenance et de personnel sont nettement moins élevés, ce qui s'explique avant tout par la faiblesse des coûts de suivi (voir aussi la fiche technique « <u>Décharge pour déchets non dangereux</u> »)</p>
RECETTES POSSIBLES	<ul style="list-style-type: none"> - Taxe sur le stockage des déchets et fiscalité des décharges.
COÛT TOTAL RAPPORTÉ AU POIDS	<ul style="list-style-type: none"> - En Europe, le coût moyen se situe à ~ 10 EUR/t de matériau stocké (<i>état de 2008</i>)
AUTRES ASPECTS IMPLIQUÉS	
	<p>La recherche et la sélection des sites doivent s'accompagner de la création de réserves suffisantes pour pouvoir installer à proximité des décharges désaffectées les installations de recyclage si les déchets peuvent être traités grâce à l'évolution des techniques.</p>
AUTRES DÉTAILS	
APERÇU SUR LE MARCHÉ	
APPLICATIONS DE RÉFÉRENCE	<p>La plupart des pays européens possèdent un système de décharges de déchets inertes ; il en existe en Allemagne, par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zweckverband für Abfallwirtschaft Kempten, Deponie Steinegaden www.zak-kempton.de - Boden- und Bauschuttdeponie "Sundern – Meinkenbracht" der Sauer & Sommer Straßen- und Tiefbau GmbH www.sauer-sommer.de - Deponie Dersenow der RBS Bodenverwertungs GmbH www.rbsfirmengruppe.de
FABRICANTS ET OPÉRATEURS AT-TESTÉS	<p>En Allemagne, un grand nombre de fabricants proposent les équipements spéciaux, les prestations de construction et de services pour l'aménagement et l'exploitation des décharges de déchets inertes. Il s'agit notamment :</p> <p><i>(Important : La liste d'établissements qui suit n'est nullement exhaustive.)</i></p> <p>Pose de l'imperméabilisation minérale :</p> <ul style="list-style-type: none"> - TD Umwelttechnik GmbH & Co. KG www.trisoplast.de - Bickhardt Bau AG www.bickhardt-bau.de - Kügler & Belouschek www.kuegler-textoris.de
REMARQUES ET AUTRE DOCUMENTATION DE RÉFÉRENCE	
<p>Les organismes suivants tiennent une liste des entreprises spécialisées dans les travaux de construction (aménagement des décharges) et autres informations intéressantes sur l'exploitation des décharges de déchets spéciaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> - AK GWS Arbeitskreis Grundwasserschutz e.V. (protection des eaux souterraines) www.akgws.de - Überwachungsgemeinschaft Bauen für den Umweltschutz BU (contrôle environnemental des constructions) www.ueberwachungsgemeinschaft-bu.de 	

DÉCHARGE POUR DÉCHETS NON DANGEREUX

DOMAINE
D'APPLICATION ET
UTILISATIONS

- Stockage sécurisé et contrôlé des déchets non dangereux nécessitant pas d'intervention majeure pour la protection de l'environnement.

CARACTÉRISTIQUE DU CADRE GÉNÉRAL DE L'APPLICATION

APPLICABLE NOTAMMENT AUX TYPES DE DÉCHETS SUIVANTS

Verre usagé	X ³	Emballages légers	X ¹	Déchets alimentaires et épilures	X ⁴
Papier et carton	X ¹	Ordures ménagères composites	X	Déchets encombrants	X ¹
Lampes usagées		Textiles usagés		Déchets d'équipements électriques et électroniques	
Ferraille		Bois usagés		Déchets de construction et gravats	
Huiles de vidange		Peintures et vernis usagés		Pneumatiques usés	
Déchets dangereux	X ⁵				
Déchets de fabrication et spécifiques de certaines activités	X	Par exemple différents déchets plastiques qui ne peuvent pas être recyclés ou utilisés de toute autre manière.			
Autres types de déchets					

CARACTÉRISTIQUES ET SPÉCIFICATIONS SPÉCIALES POUR L'UTILISATION :

Nécessité d'un traitement préliminaire :

Afin de prévenir les risques pour l'environnement, en particulier par la formation d'eau de décharge et d'émissions de gaz à effet de serre, les déchets contenant des composants biodégradables seront soumis avant la décharge à un traitement biologique ou mécanique ou les deux combinés. Plusieurs pays européens, dont l'Allemagne, en ont fait une condition pour qu'ils puissent être stockés en décharge.

Nécessité d'un traitement ultérieur :

Le traitement ultérieur est principalement constitué par la sécurisation du site, les contrôles réguliers, la surveillance du niveau des eaux souterraines et autres indicateurs. Ces mesures seront maintenues tant que le site de décharge présente un risque.

Protection particulière :

Protection contre l'échappement des polluants dans les eaux, le sol et l'air atmosphérique, protection des installations contre les accès non autorisés et les déchargements intempestifs.

Mécanismes de financement appropriés :

Le prélèvement d'une taxe de décharge assiste le financement de ce type de traitement.

INFLUENCE DES FACTEURS EXTÉRIEURS SUR LES POSSIBILITÉS ET LES TYPES D'APPLICATION :

Infrastructures :

Les décharges seront créées d'après les grands principes suivants :

- Les sites retenus doivent avoir une superficie suffisante et présenter les caractéristiques géologiques et hydro-géologiques nécessaires.
- Les sites de décharge doivent être suffisamment éloignés des zones d'habitation.
- Les sites de décharge doivent présenter une possibilité d'accès par la route ou le rail.

Conditions climatiques : Il n'existe aucune limitation de nature climatique.

³ Les quantités déversées en décharge sont fonction de la collecte par types de déchets. Les ordures ménagères comprennent toujours différentes catégories de déchets. La mise en valeur directe et l'utilisation dans les procédures thermiques sont préférables dans tous les cas.

⁴ Les quantités déversées en décharge sont fonction de la collecte par types de déchets. Les ordures ménagères comprennent toujours différentes catégories de déchets. Afin de réduire les pollutions par les décharges, il est conseillé de diriger les déchets préférentiellement vers le recyclage ou de les soumettre à un traitement préliminaire.

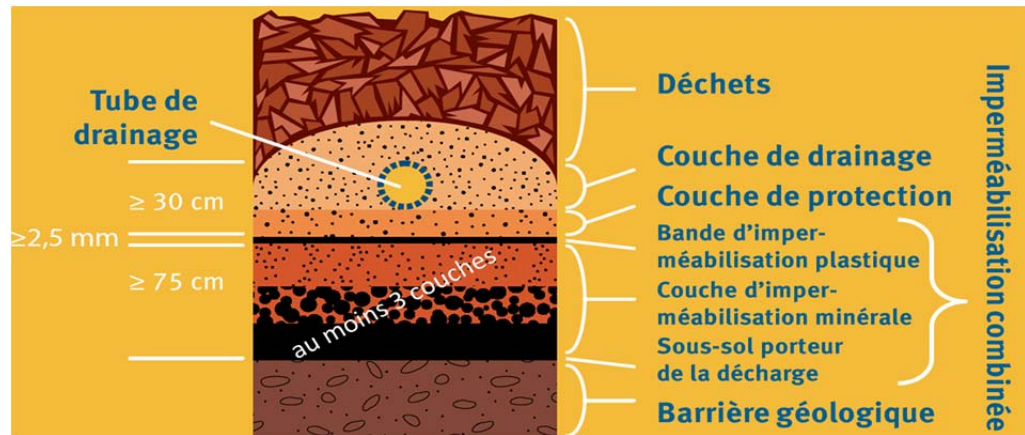
⁵ Uniquement en quantités faibles, ne dépassant généralement pas la part de ces substances dans les ordures ménagères.

DÉTAILS TECHNIQUES	
APERÇU GÉNÉRAL	
DESCRIPTION BRÈVE	Les décharges ordonnées de déchets d'agglomérations sont des sites aménagés spécialement comportant les installations appropriées pour le stockage des déchets solides non dangereux de manière ordonnée et contrôlée pour éliminer la dangerosité pour l'environnement et l'homme et pour réduire les contaminations des sols et des eaux souterraines. Les déchets sont déposés par couches successives dans la décharge ordonnée. Ces couches sont compactées et si possible recouvertes d'un revêtement à la fin de chaque journée de travail.
SPÉCIFICATIONS DE BASE	<p><u>Caractéristiques du site :</u> Conditions géologiques et hydrogéologiques appropriées, en particulier :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sous-sol stable de perméabilité faible (>1 m d'épaisseur, coefficient $k_f \leq 1 \cdot 10^{-9} \text{m/s}$) (imperméabilisation de la base). - Eloignement suffisant des eaux souterraines. - Sous-sol présentant une imperméabilisation de base et une couche de drainage.
RÉSULTATS ATTENDUS	Prévention des risques sanitaires généraux et des risques pour l'environnement, réduction des risques induits par les matériaux intrinsèquement et potentiellement dangereux par un stockage contrôlé en longue durée, sans contamination des sols et des ressources en eaux souterraines.
AVANTAGES PARTICULIERS	<ul style="list-style-type: none"> - Stockage sécurisé des matériaux intrinsèquement et potentiellement dangereux. - Prévention des émissions dangereuses par des mesures de protection spéciales, par exemple l'imperméabilisation de la base, l'imperméabilisation en surface, la collecte des eaux résiduaires et des gaz de décharge. - Sécurité durable par le suivi et des mesures spéciales. - Avantages économiques par rapport aux techniques de traitement onéreuses.
INCONVÉNIENTS SPÉCIFIQUES	<ul style="list-style-type: none"> - Nécessité d'un contrôle en longue durée et d'un suivi de sécurité. - Émission de gaz nocifs pour le climat. - Il est difficile d'intervenir sur le comportement des déchets dans le corps de la décharge.
DÉTAIL DES APPLICATIONS	
PROCÉDURES TECHNIQUES	<p>Le stockage sécurisé et contrôlé des déchets composites d'agglomération en décharge ordonnée suppose que celle-ci soit conçue de manière à présenter toutes les conditions pour l'imperméabilisation de la base de la décharge et des sols voisins, pour le drainage du corps de la décharge, pour la collecte des lixiviats et des gaz de décharge. Figure 3 ci-dessous montre quelle est la structure de base de ces équipements techniques.</p> <p>Figure 3: Composants essentiels d'une décharge ordonnée de déchets d'agglomération non dangereux.</p> <p>Le schéma illustre la structure technique d'une décharge ordonnée. On voit une coupe transversale de la décharge (Décharge) au-dessus d'une couche de déchets (Déchets). Trois puits collecteurs de gaz à l'intérieur de la décharge (Puits collecteurs de gaz à l'intérieur de la décharge) sont installés pour recueillir les gaz de décharge. Un collecteur de gaz de décharge (Collecteur des gaz de décharge) est installé à la surface pour recueillir les gaz. Les eaux de lixiviation (lixiviats) sont collectées par des puits de collecte de l'eau de lixiviation (Collecte de l'eau de lixiviation) et envoyées vers un traitement et recyclage des gaz de décharge et de l'eau de lixiviation (Traitement et recyclage des gaz de décharge et de l'eau de lixiviation).</p>

Structure de l'imperméabilisation de base combinée

Figure 4 donne le schéma général de l'imperméabilisation de la base d'une décharge ordonnée. La couche d'imperméabilisation se trouve à la base de la décharge.

Figure 4: Structure de l'imperméabilisation de base (conformément au Décret allemand sur le stockage des déchets)

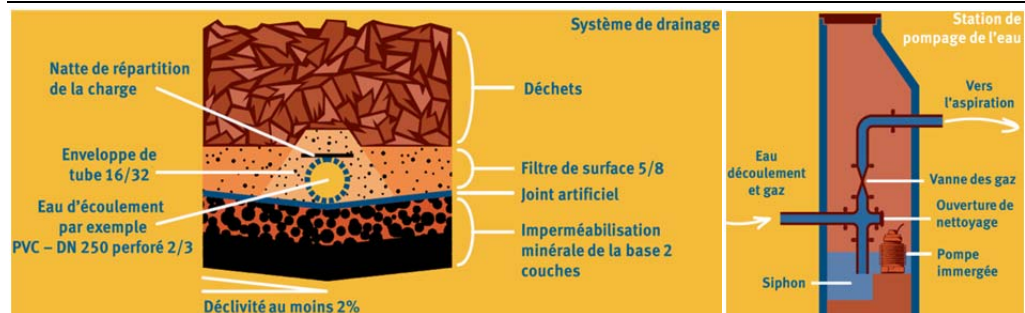


La partie inférieure de l'imperméabilisation est composée de trois couches minérales (argile) d'une épaisseur totale d'au moins 0,5 m, recouverte d'une bande d'imperméabilisation plastique HDPE d'une épaisseur minimale de 2,5 mm. Le coefficient k_f devrait être de $\leq 5 \cdot 10^{-10}$ m/s. La bande d'imperméabilisation plastique est protégée par une couche de sable fin ou matériau similaire. Au-dessus prend place une couche de drainage de gravillon ou autre roche granuleuse d'un coefficient k_f de $\leq 1 \cdot 10^{-3}$ m/s avec à l'intérieur des tubes de drainage pour la collecte des lixiviats.

Structure du système de drainage

Figure 5 montre quelles sont les installations techniques de collecte des lixiviats. Il s'agit pour l'essentiel d'une couche de drainage, de plusieurs points de contrôle et de surveillance, d'une station de pompage (puisard) et bassins collecteurs (bassins de réaction et de sédimentation) ayant pour but d'évacuer les eaux d'écoulement de la décharge et de la formation de pressions hydrostatiques élevées sur l'imperméabilisation de base et les dommages pouvant en résulter.

Figure 5: à gauche : Système de drainage / à droite : Station de pompage de l'eau.

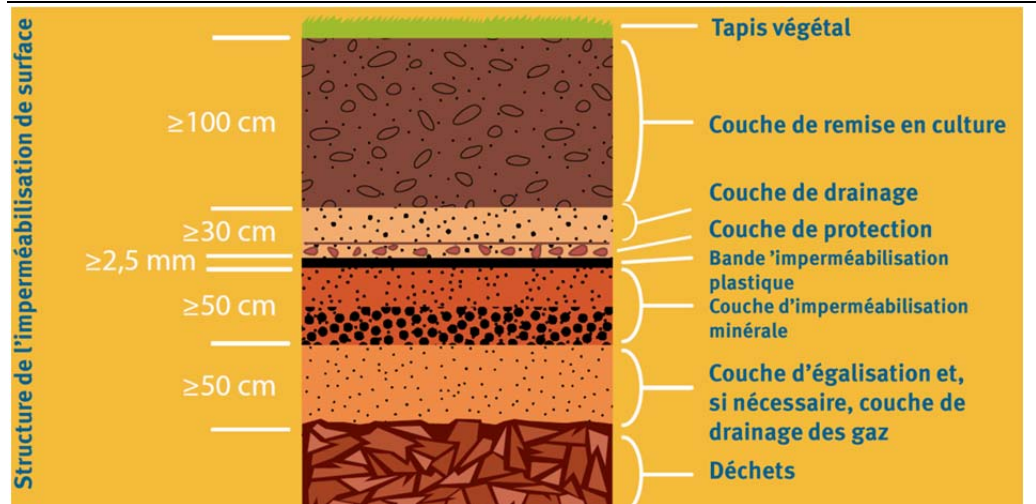


Structure de l'imperméabilisation de surface

Figure 6 montre quelle peut être la structure de l'imperméabilisation de surface. Le recouvrement des sections sur lesquelles l'exploitation cesse et de toute la décharge est réalisé comme suit :

- Couche d'égalisation de 0,5 m.
- Couche de gravillon ou matériau similaire de 0,3 m pour le drainage des gaz.
- Couche minérale de 0,5 m (ou revêtement similaire) d'un coefficient k_f de $\leq 5 \cdot 10^{-9}$ m/s, recouverte d'une bande d'imperméabilisation plastique.
- Couche de drainage de 0,3 m de coefficient k_f de $\leq 1 \cdot 10^{-3}$ m/s.
- Couche de remise en culture de 1 m de terre arable.

Figure 6: Structure de l'imperméabilisation de surface pour catégorie de décharge II conformément au Décret allemand sur le stockage des déchets)



<p>DOMAINE D'APPLICATION</p>	<p>Le site de la décharge ordonnée sera choisi de telle façon que l'exploitation soit possible pendant au moins 10 ans et, dans des conditions optimales, pendant 15 à 20 ans, afin de garantir l'amortissement des investissements nécessaires pour la viabilisation et la fermeture du site (voies d'accès, système de drainage, enceinte, balance de véhicules, mesures de sécurité et de traitement, etc.). La superficie du site et les équipements seront fonction des conditions locales, de l'étendue de la zone desservie et des quantités de déchets d'agglomération.</p>
<p>LIENS ET POSSIBILITÉS DE COMBINAISON AVEC D'AUTRES TECHNIQUES</p>	<p>Les décharges ordonnées de déchets d'agglomération sont destinées au stockage sécurisé et durable des déchets non dangereux. La décharge peut être combinée à diverses installations pour le traitement primaire des matériaux devant être stockés.</p>
<p>GRANDS REPÈRES POUR LES APPLICATIONS : UTILISATION DES RESSOURCES</p>	
<p>BILAN ÉNERGÉTIQUE</p>	<p><u>Matériaux bruts :</u> - Consommables énergétiques, par exemple carburant Diesel pour les machines de travail du sol, électricité. <u>Matériaux destinés au stockage :</u> - Par exception, électricité pour le traitement du gaz de décharge récupéré ; possibilité d'utilisation de l'énergie calorifique s'il existe une installation de couplage force – chaleur.</p>
<p>ÉMISSION DE CO₂</p>	<p>Les décharges sont de grands polluants en gaz délétères pour le climat (méthane, CO₂, H₂S). La décharge des matériaux sans traitement préalable rejette des polluants à effet de serre s'il n'y a pas d'installation efficace de collecte des gaz.</p>
<p>DEMANDE EN MAIN-D'ŒUVRE</p>	<p>Matériaux pour les couches de recouvrement et d'imperméabilisation, voir ci-dessus. La demande en main-d'œuvre dépend principalement de la structure générale de la décharge. Elle est de 12 à 14 personnes pour une quantité de matériaux bruts annuelle de 500.000 tonnes, dont 1 conducteur de travaux, 3 techniciens pour la réception des déchets (pesée) et le contrôle de réception, 3 conducteurs de machines et plusieurs manœuvres.</p> <p>Un personnel supplémentaire sera affecté à l'installation de traitement de l'eau d'écoulement et de l'unité génératrice autonome, à savoir au moins 1 conducteur de travaux, 2 techniciens pour la commande des groupes et plusieurs manœuvres. A ces chiffres viennent s'ajouter les personnels administratifs.</p>

AUXILIAIRES OU AUTRES CONSOMMABLES NÉCESSAIRES	- Matériaux pour les couches de recouvrement et d'imperméabilisation, voir ci-dessus.																		
ENCOMBREMENT AU SOL	La surface nécessaire dépend bien entendu de la capacité prévue. Pour la réception de quantités annuelles de 110.000 m ³ pendant une durée de 20 ans, la surface est d'environ 200.000 m ² . Équipements nécessaires : - Branchement d'eau fraîche - Branchement électrique - Voies d'accès, les meilleures étant la voie d'eau et les lignes ferroviaires.																		
TRAITEMENT ULTÉRIEUR	Le traitement ultérieur est surtout fait de la sécurisation du site, des contrôles réguliers (périodicité tous les six mois ou chaque année), du contrôle du niveau des eaux souterraines et autres indicateurs. Ces mesures seront maintenues en vigueur tant que le site de décharge présente un risque et durera au moins 20 à 30 ans après la fermeture de la décharge. On compte que les mesures de surveillance et de traitement doivent être maintenues pendant une durée de 80 à 100 ans après la fermeture de la décharge pour maintenir le risque à un niveau acceptable.																		
GRANDS REPÈRES POUR LES APPLICATIONS : COÛTS																			
INVESTISSEMENT	L'investissement pour les décharges est fonction du volume de comblement planifié pour les déchets et donc de l'encombrement, lequel dépend du type de décharge (fosse, versant, valon ou terri). Pour les décharges mentionnées ci-dessus à titre d'exemple, l'estimation de l'investissement annuel se chiffre à (en 2008) : - Frais de construction + équipements et frais de montage financier : d'env. 12 millions €. - Frais supplémentaires pour le système de recouvrement, de l'ordre de 40 à 60 €/m ² .																		
COÛT D'EXPLOITATION	Coûts d'exploitation annuels pour la décharge retenue à titre d'exemple : (état de 2008) : - Frais de fonctionnement : env. 400 000 EUR - Réparation et maintenance : env. 1,2 millions EUR - Personnel et gestion : env. 250 000 EUR																		
RECETTES POSSIBLES	- Taxe de décharge, fiscalité sur les décharges et vente de l'énergie obtenue par recyclage du gaz de décharge.																		
COÛT TOTAL RAPPORTÉ AU POIDS	Nous donnons ci-dessous quelques repères pour l'estimation des frais annuels (état de 2008): <table border="1"> <thead> <tr> <th>Quantité de matériaux bruts devant être stockés [m³/a]</th> <th>50 000</th> <th>250 000</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3">Investissement estimé [millions EUR] pour :</td> </tr> <tr> <td>Recherche du site, étude de terrain, autorisations</td> <td>2,6 millions EUR</td> <td>8,0 millions EUR</td> </tr> <tr> <td>Planification de construction, contrôles et assurance de la qualité</td> <td>77,0 millions EUR</td> <td>133,0 millions EUR</td> </tr> <tr> <td>Équipements d'exploitation, fermeture et remise en culture</td> <td>61,0 millions EUR</td> <td>110,0 millions EUR</td> </tr> <tr> <td>Équipements de surveillance, collecte et traitement de l'eau et des gaz de décharge</td> <td>74,0 millions EUR</td> <td>123,0 millions EUR</td> </tr> </tbody> </table>	Quantité de matériaux bruts devant être stockés [m ³ /a]	50 000	250 000	Investissement estimé [millions EUR] pour :			Recherche du site, étude de terrain, autorisations	2,6 millions EUR	8,0 millions EUR	Planification de construction, contrôles et assurance de la qualité	77,0 millions EUR	133,0 millions EUR	Équipements d'exploitation, fermeture et remise en culture	61,0 millions EUR	110,0 millions EUR	Équipements de surveillance, collecte et traitement de l'eau et des gaz de décharge	74,0 millions EUR	123,0 millions EUR
Quantité de matériaux bruts devant être stockés [m ³ /a]	50 000	250 000																	
Investissement estimé [millions EUR] pour :																			
Recherche du site, étude de terrain, autorisations	2,6 millions EUR	8,0 millions EUR																	
Planification de construction, contrôles et assurance de la qualité	77,0 millions EUR	133,0 millions EUR																	
Équipements d'exploitation, fermeture et remise en culture	61,0 millions EUR	110,0 millions EUR																	
Équipements de surveillance, collecte et traitement de l'eau et des gaz de décharge	74,0 millions EUR	123,0 millions EUR																	
AUTRES ASPECTS IMPLIQUÉS																			
	La recherche et la sélection des sites doivent s'accompagner de la création de réserves suffisantes pour pouvoir installer à proximité des décharges désaffectées les installations de recyclage si les déchets peuvent être traités grâce à l'évolution des techniques.																		

AUTRES DÉTAILS	
APERÇU SUR LE MARCHÉ	
<p>APPLICATIONS DE RÉFÉRENCE</p> <p><i>(Important : La liste qui suit n'est nullement exhaustive.)</i></p>	<p>Un grand nombre de décharges ont été fermées à partir du 1er juin 2005 en Allemagne, suite à l'interdiction du stockage des déchets d'agglomération non traités. Nous donnons ci-après quelques exemples de décharges en cours d'exploitation :</p> <ul style="list-style-type: none"> - RAVON : www.beromin.com - Abfallwirtschaftsgesellschaft des Kreises Warendorf mbH (Zentraldeponie Ennigerloh) www.awg-waf.de - Deponie Pohlsche Heide: www.pohlsche-heide.de - Zentraldeponie Cröbern Zweckverband Abfallwirtschaft Westsachsen) www.wev-sachsen.de
<p>FABRICANTS ET OPÉRATEURS ATTESTÉS</p> <p><i>(Important : La liste d'établissements qui suit n'est nullement exhaustive.)</i></p>	<p>En Allemagne, un grand nombre de fabricants proposent les équipements spéciaux, les prestations de construction et de services pour l'aménagement et l'exploitation des décharges de déchets d'agglomération. Exemples :</p> <p><u>Fabricants de bandes plastiques d'imperméabilisation :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - GSE Lining Technology GmbH www.gseworld.com - Naue Fasertechnik GmbH & Co. KG www.naue.com <p><u>Pose des bandes plastiques d'imperméabilisation :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - G² G-quadrat Geokunststoffgesellschaft GmbH www.gquadrat.de - NAUE Sealing GmbH & Co. KG www.nauesealing.com - von Witzke GmbH & Co www.vonwitzke.de - SIEBERT + KNIPSCHILD GmbH www.ibsiebert.de <p><u>Pose de l'imperméabilisation minérale :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - TD Umwelttechnik GmbH & Co. KG www.trisoplast.de - Bickhardt Bau AG www.bickhardt-bau.de - Kügler & Belouschek www.kuegler-textoris.de <p><u>Traitement des gaz de décharge :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Haase Energietechnik AG www.bmf-haase.de - LAMBDA Gesellschaft für Gastechnik mbH www.lambda.de - Green Gas Germany GmbH www.greengas.net
REMARQUES ET AUTRE DOCUMENTATION DE RÉFÉRENCE	
<p>Les organismes suivants tiennent une liste des entreprises spécialisées dans les travaux de construction (aménagement des décharges) et autres informations intéressantes sur l'exploitation des décharges de déchets spéciaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> - AK GWS Arbeitskreis Grundwasserschutz e.V. (protection des eaux souterraines) www.akgws.de - Überwachungsgemeinschaft Bauen für den Umweltschutz BU (contrôle environnemental des constructions) www.bu-umwelt.de 	

DÉCHARGE POUR DÉCHETS DANGEREUX

DOMAINE
D'APPLICATION ET
UTILISATIONS

- Élimination et stockage des déchets spéciaux sans préjudices pour l'environnement

CARACTÉRISTIQUE DU CADRE GÉNÉRAL DE L'APPLICATION

APPLICABLE NOTAMMENT AUX TYPES DE DÉCHETS SUIVANTS

Verre usagé		Emballages légers	X ⁶	Déchets alimentaires et épiluchures	X ⁷
Papier et carton		Ordures ménagères composites		Déchets encombrants	X
Lampes usagées		Textiles usagés		Déchets d'équipements électriques et électroniques	
Ferraille		Bois usagés		Déchets de construction et gravats	
Huiles de vidange		Peintures et vernis usagés	X ⁸	Pneumatiques usés	
Déchets dangereux	X				
Déchets de fabrication et spécifiques de certaines activités	X	Eaux résiduaires de l'industrie et boues, matériaux contenant des polluants.			
Autres types de déchets	X	Matériaux dangereux, cendres contenant des polluants, boues et résidus en provenance de plusieurs types de traitement.			

CARACTÉRISTIQUES ET SPÉCIFICATIONS SPÉCIALES POUR L'UTILISATION :

Nécessité d'un traitement préliminaire :

- Si nécessaire, stabilisation des déchets et conditionnement en sacs à soufflet (voir aussi la fiche technique « **Sacs à soufflet** »), fûts ou autre contenants appropriés pour le stockage en décharge souterraine.
- Si nécessaire, humidification des déchets ruisselants pour inhiber les dégagements de poussière ou stockage en surface, en sacs à soufflet.

Nécessité d'un traitement ultérieur :

Les mesures de traitement ultérieur seront maintenues tant que la décharge induit un risque. Le traitement ultérieur comprend principalement la sauvegarde des sols, les contrôles réguliers et la surveillance du niveau des eaux souterraines et autres indicateurs de pollution.

Protection particulière :

Protection contre l'échappement des polluants dans les eaux, le sol et l'air atmosphérique, protection des installations contre les accès non autorisés et les déchargements intempestifs.

Mécanismes de financement appropriés :

Le prélèvement d'une taxe spéciale de décharge assiste le financement de ce type de traitement.

INFLUENCE DES FACTEURS EXTÉRIEURS SUR LES POSSIBILITÉS ET LES TYPES D'APPLICATION :

Infrastructures :

Les décharges seront créées d'après les grands principes suivants :

- Les sites retenus doivent avoir une superficie suffisante et présenter les caractéristiques géologiques et hydrogéologiques nécessaires.
- Les sites de décharge doivent être suffisamment éloignés des zones d'habitation.
- Les sites de décharge doivent présenter une possibilité d'accès par la route ou le rail.

Conditions climatiques :

Il n'existe aucune limitation de nature climatique.

⁶ Qui ne sont pas vidés entièrement ou pas encore remplis.

⁷ Potentiellement infectieux ou dangereux.

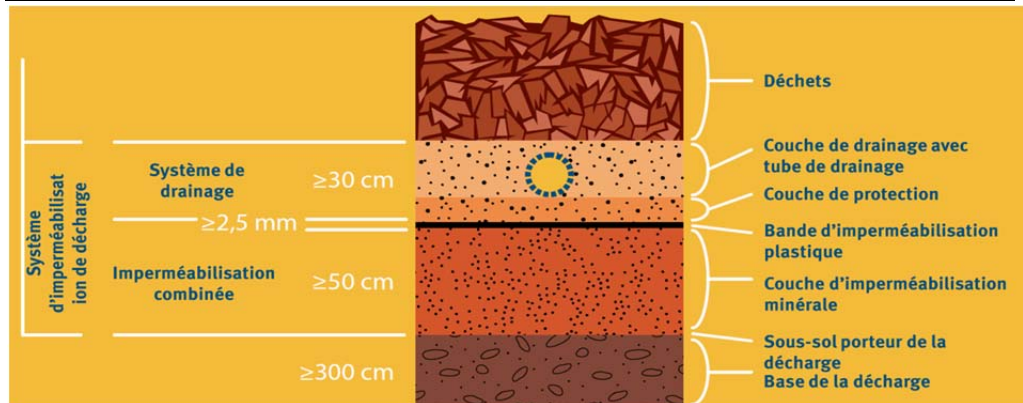
⁸ Sous enveloppe.

DÉTAILS TECHNIQUES	
APERÇU GÉNÉRAL	
DESCRIPTION BRÈVE	Les décharges de déchets dangereux sont des sites aménagés et sécurisés spécialement pour le stockage des déchets intrinsèquement ou potentiellement dangereux ne pouvant pas être traités dans les conditions actuelles dans des conditions telles qu'ils perdraient leur dangerosité pour l'environnement. Les décharges de déchets dangereux sont de type transitoire et définitif. Elles se distinguent les unes des autres par la dangerosité des déchets et par les aménagements réalisés sur le site, c'est-à-dire les travaux de construction et les infrastructures techniques destinés à réduire à un minimum la libération de substances dangereuses dans le milieu ambiant.
SPÉCIFICATIONS DE BASE	<p><u>Caractéristiques du site :</u> Conditions géologiques et hydrogéologiques appropriées, en particulier :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les sols de type karst et autres de structure fragmentée ne sont pas appropriés. - Les décharges ne peuvent pas être implantées dans les zones de protection des eaux et les bassins versants d'eau potable. - Les décharges ne peuvent pas être implantées sur les terres inondables. - Les décharges ne peuvent pas être implantées dans les zones affectées d'anomalies géologiques ou d'activités tectoniques, ni dans les zones d'exploitation minière. - Le sol doit avoir une perméabilité suffisante (coefficient de perméabilité $k_f \leq 1 \cdot 10^{-9}$ m/s) et une épaisseur de ≥ 5 mètres. <p><u>Imperméabilisation de la base (combinaison de l'imperméabilisation et du drainage).</u> <u>Éloignement suffisant par rapport aux zones d'habitation.</u></p>
RÉSULTATS ATTENDUS	Aucun risque sanitaire, aucune menace pour l'environnement, réduction à un minimum des risques induits par les matériaux intrinsèquement et potentiellement dangereux par le contrôle en longue durée des sols et des ressources en eaux souterraines.
AVANTAGES PARTICULIERS	<ul style="list-style-type: none"> - Stockage sécurisé des matériaux intrinsèquement et potentiellement dangereux. - Prévention des émissions dangereuses par des mesures de protection spéciales, par exemple l'imperméabilisation de la base, l'imperméabilisation en surface, la collecte des eaux résiduaires et des gaz de décharge. - Sécurité durable par le suivi et des mesures spéciales. - Avantages économiques par rapport aux techniques de traitement onéreuses.
INCONVÉNIENTS SPÉCIFIQUES	- Nécessité d'un contrôle en longue durée et d'un suivi de sécurité.
DÉTAIL DES APPLICATIONS	
PROCÉDURES TECHNIQUES	<p><u>Structure générale d'une décharge pour déchets dangereux (en surface)</u></p> <p>Figure 7: Structure générale d'une décharge pour déchets dangereux</p>

Structure de l'imperméabilisation de base combinée

Figure 3 montre quels sont les principaux éléments d'une imperméabilisation combinée de la base de décharge, qui forme une barrière protégeant le sol et les eaux souterraines sous-jacentes contre les lixiviats durant le remplissage et la phase du traitement ultérieur.

Figure 8: Coupe de longueur d'une imperméabilisation de base (conformément au Décret allemand sur le stockage des déchets)



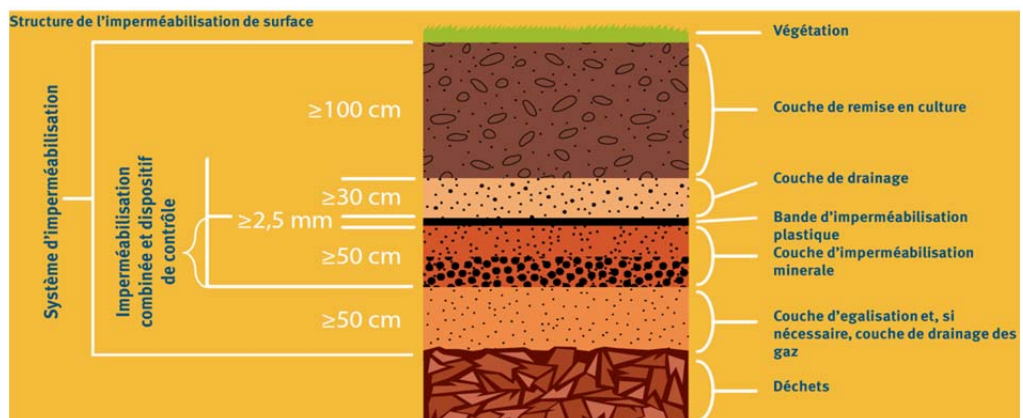
Le compactage de la couche support de décharge doit présenter une densité Proctor de 95 %. L'imperméabilisation de base constitue le socle de la décharge et comporte les éléments suivants :

- Couche de compactage minéral de 50 cm (coefficient $k_f = \leq 5 \cdot 10^{-10}$ m/s).
- Bande d'imperméabilisation plastique de 2,5 mm.
- Couche de drainage de 30 cm (y compris une couche de protection de sable ou matériau similaire), de gravillon et autre roche granuleuse d'un coefficient k_f de $\leq 1 \cdot 10^{-3}$ m/s.
- Les tubes de drainage contrôlé pouvant être lavés sont installés dans la couche de drainage (voir aussi la fiche technique « Décharge des déchets non dangereux »).

Structure de l'imperméabilisation de surface

Figure 4 montre quelle peut être la structure d'une imperméabilisation en surface qui fait office de protection contre l'infiltration dans le corps de la décharge, contre les intempéries (par ex. l'érosion due au vent et à l'eau) et la fuite incontrôlée d'émissions de gaz de la décharge.

Figure 9: Structure de l'imperméabilisation de surface (conformément au Décret allemand sur le stockage des déchets)



En surface, les différentes sections entièrement exploitées et toute la décharge une fois comble, sont imperméabilisées de la manière suivante :

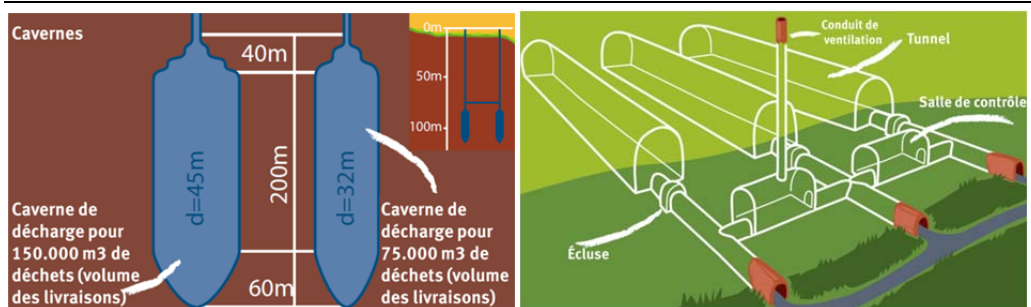
- Couche d'égailisation de 0,5 m, si nécessaire avec évacuation intérieure des gaz (en gravillon).
- Couverture minérale de 0,5 m (ou matériau similaire) d'un coefficient de perméabilité de $k \leq 5 \cdot 10^{-10}$ m/s

- Bande plastique de 2,5 mm et dispositif de contrôle d'imperméabilisation.
- Couche de drainage de 0,3 m d'un coefficient de perméabilité $k \geq 1 \cdot 10^{-3}$ m/s.
- Couche de remise en culture de 1 m en terre commune.

Travaux de construction – Cavernes, cavernes en tunnel – Figure 6 montre quelle peut être la structure des décharges souterraines en caverne pour les déchets dangereux. Les cavernes (la plupart du temps mines de sel désaffectées) sont des excavations artificielles du sous-sol (par exemple d'anciennes mines), utilisées pour le stockage des déchets solides.

Les décharges souterraines sont aménagées de manière à pouvoir accueillir les déchets présentant un risque potentiel pour l'environnement (en particulier pour l'eau et l'air) même si le stockage en surface est contrôlé et si les traitements pouvant être envisagés sont trop onéreux.

Figure 10: à gauche : Cavernes / à droite : Cavernes en tunnel



Les installations en surface sont de trois types principaux :

- Zone de réception avec les aires pour les camions chargés, la balance des véhicules, les services administratifs, le laboratoire chargé des prélèvements et de la conservation des éprouvettes.
- La zone de manutention avec les différents équipements pour l'ouverture, le transbordement, le déchargement et le nettoyage des conteneurs de transport.
- La zone de stockage constituée de plusieurs aires pour le stockage transitoire des déchets devant être orientés, traités ou calcinés par bifurcation sur plusieurs voies.

DOMAINE D'APPLICATION	Le site de la décharge pour déchets spéciaux sera choisi de telle façon que l'exploitation soit possible pendant au moins 10 ans et, dans des conditions optimales, pendant 15 à 20 ans, afin de garantir l'amortissement des investissements nécessaires pour la viabilisation et la fermeture du site (voies d'accès, système de drainage, enceinte, balance de véhicules, mesures de sécurité et de traitement, etc.). La superficie du site et les équipements seront fonction des conditions locales, de l'étendue de la zone desservie, des quantités de déchets spéciaux et de la nature du stockage (en surface, souterrain).
LIENS ET POSSIBILITÉS DE COMBINAISON AVEC D'AUTRES TECHNIQUES	Les décharges de déchets dangereux sont destinées au stockage sécurisé durable des déchets intrinsèquement ou potentiellement dangereux pour l'environnement. Sur le site, diverses combinaisons sont possibles avec les installations de traitement préliminaire des matériaux déchargés.
GRANDS REPÈRES POUR LES APPLICATIONS : UTILISATION DES RESSOURCES	
BILAN ÉNERGÉTIQUE	<p>Matériaux bruts :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Consommables énergétiques, par exemple carburant Diesel pour les machines de travail du sol, électricité. <p>Matériaux destinés au stockage :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Par exception, électricité pour le traitement du gaz de décharge récupéré ; possibilité d'utilisation de l'énergie calorifique s'il existe une installation de couplage force – chaleur.

ÉMISSION DE CO ₂	Les décharges sont de grands polluants en gaz délétères pour le climat (méthane, CO ₂ , H ₂ S). La décharge des matériaux sans traitement préalable rejette des polluants à effet de serre s'il n'y a pas d'installation efficace de collecte des gaz.																		
DEMANDE EN MAIN-D'ŒUVRE	La demande en main-d'œuvre dépend principalement de la structure générale de la décharge et présente une grande diversification. La moyenne pour la réception de quantités annuelles de 110.000 m ³ est de 5 à 6 personnes.																		
AUXILIAIRES OU AUTRES CONSOMMABLES NECESSAIRES	- Matériaux pour les couches de recouvrement et d'imperméabilisation, voir ci-dessus.																		
ENCOMBREMENT AU SOL	La surface nécessaire dépend bien entendu de la capacité prévue. Pour la réception de quantités annuelles de 110.000 m ³ pendant une durée de 20 ans, la surface est d'environ 200.000 m ² . Équipements nécessaires : - Branchement d'eau fraîche - Raccordement électrique - Voies d'accès, les meilleures étant la voie d'eau et les lignes ferroviaires.																		
TRAITEMENT ULTERIEUR	Il s'agit principalement de la sécurisation du site, des contrôles réguliers, de la surveillance du niveau des eaux souterraines et autres indicateurs. Le traitement ultérieur sera maintenu tant que le site de décharge présente un risque. On compte que les mesures de surveillance et de traitement doivent être maintenues pendant une durée de 80 à 100 ans après la fermeture de la décharge pour maintenir le risque à un niveau acceptable.																		
GRANDS REPÈRES POUR LES APPLICATIONS : COÛTS																			
INVESTISSEMENT	L'investissement pour une décharge de déchets dangereux dépend essentiellement du volume de comblement planifié, de la durée prévue et de la conjoncture. L'estimation de l'investissement annuel se chiffre à : - Valeurs indicatives pour l'imperméabilisation de base : jusqu'à plus de 35 millions EUR (par ex. la décharge Flotzgrün) - Valeurs indicatives pour l'imperméabilisation de surface: jusqu'à plus de 48 millions EUR (par ex. la décharge Nord)																		
COÛTS D'EXPLOITATION	Coûts d'exploitation annuels pour la décharge retenue à titre d'exemple (<i>état de 2008</i>): - Frais de fonctionnement : env. 400.000 EUR par an - Réparation et maintenance : env. 1,2 million EUR par an - Personnel et gestion : env. 250.000 EUR par an																		
RECETTES POSSIBLES	- Taxe de décharge, fiscalité sur les décharges et vente de l'énergie obtenue par recyclage du gaz de décharge.																		
COÛT TOTAL RAPPORTÉ AU POIDS	Nous donnons ci-dessous quelques repères pour l'estimation des frais annuels (<i>état de 2008</i>): <table border="1"> <thead> <tr> <th>Quantité de matériaux bruts devant être stockés [m³/a]</th> <th>50 000</th> <th>250 000</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Investissement estimé [millions €] pour :</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Recherche du site, étude de terrain, autorisations</td> <td>2,6</td> <td>8,0</td> </tr> <tr> <td>Planification de construction, contrôles et assurance de la qualité</td> <td>77,0</td> <td>133,0</td> </tr> <tr> <td>Équipements d'exploitation, fermeture et remise en culture</td> <td>61,0</td> <td>110,0</td> </tr> <tr> <td>Équipements de surveillance, collecte et traitement de l'eau et des gaz de décharge</td> <td>74,0</td> <td>123,0</td> </tr> </tbody> </table>	Quantité de matériaux bruts devant être stockés [m ³ /a]	50 000	250 000	Investissement estimé [millions €] pour :			Recherche du site, étude de terrain, autorisations	2,6	8,0	Planification de construction, contrôles et assurance de la qualité	77,0	133,0	Équipements d'exploitation, fermeture et remise en culture	61,0	110,0	Équipements de surveillance, collecte et traitement de l'eau et des gaz de décharge	74,0	123,0
Quantité de matériaux bruts devant être stockés [m ³ /a]	50 000	250 000																	
Investissement estimé [millions €] pour :																			
Recherche du site, étude de terrain, autorisations	2,6	8,0																	
Planification de construction, contrôles et assurance de la qualité	77,0	133,0																	
Équipements d'exploitation, fermeture et remise en culture	61,0	110,0																	
Équipements de surveillance, collecte et traitement de l'eau et des gaz de décharge	74,0	123,0																	

AUTRES DÉTAILS	
APERÇU SUR LE MARCHÉ	
APPLICATIONS DE RÉFÉRENCE <i>(Important : La liste d'établissements qui suit n'est nullement exhaustive.)</i>	<p>La plupart des pays européens possèdent un système de décharges de déchets spéciaux. Il en existe plusieurs en Allemagne, par exemple :</p> <p><u>Décharge en surface :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - HIM GmbH www.him.de - GSB - Sonderabfall-Entsorgung Bayern GmbH www.gsb-mbh.de - GBS Gesellschaft zur Beseitigung von Sonderabfällen mbH www.sad-rondeshagen.de <p><u>Décharge souterraine :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - K+S Entsorgung GmbH www.ks-entsorgung.com - GSES GmbH www.gses.de - Grube Teutschenthal Sicherungs GmbH & Co. KG www.grube-teutschenthal.de
FABRICANTS ET OPÉRATEURS ATTESTÉS <i>(Important : La liste d'établissements qui suit n'est nullement exhaustive.)</i>	<p>En Allemagne, un grand nombre de fabricants proposent les équipements spéciaux, les prestations de construction et de services pour l'aménagement et l'exploitation des décharges de déchets d'agglomération. Il s'agit notamment :</p> <p><u>Fabricants de bandes plastiques d'imperméabilisation :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - GSE Lining Technology GmbH www.gseworld.com - Naue Fasertechnik GmbH & Co. KG www.naue.com <p><u>Fabricants de dispositifs de contrôle de l'imperméabilisation</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - PROGEO Monitoring GmbH www.progeo.com - SENSOR Dichtungs - Kontroll - Systeme GmbH www.sensor-dks.com <p><u>Pose des bandes plastiques d'imperméabilisation :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - G² G-quadrat Geokunststoffgesellschaft GmbH www.gquadrat.de - NAUE Sealing GmbH & Co. KG www.nauesealing.com - von Witzke GmbH & Co www.vonwitzke.de - SIEBERT + KNIPSCHILD GmbH www.ibsiebert.de <p><u>Pose de l'imperméabilisation minérale :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - TD Umwelttechnik GmbH & Co. KG www.trisoplast.de - Bickhardt Bau AG www.bickhardt-bau.de - Kügler & Belouschek www.kuegler-textoris.de <p><u>Traitement des gaz de décharge :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Haase Energietechnik AG www.bmf-haase.de - LAMBDA Gesellschaft für Gastechnik mbH www.lambda.de - Green Gas Germany GmbH www.greengas.net
REMARQUES ET AUTRE DOCUMENTATION DE RÉFÉRENCE	
<p>Les organismes suivants tiennent une liste des entreprises spécialisées dans les travaux de construction (aménagement des décharges) et autres informations intéressantes sur l'exploitation des décharges de déchets spéciaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> - AK GWS Arbeitskreis Grundwasserschutz e.V. (protection des eaux souterraines) www.akgws.de - Überwachungsgemeinschaft Bauen für den Umweltschutz BU (contrôle environnemental des constructions) www.bu-umwelt.de 	

Gestion et recyclage des courants de matériaux spéciaux

Le suivi et la maîtrise des différents courants de matériaux provenant de l'émission des déchets constituent un élément essentiel d'un modèle de mise en valeur des déchets.

A côté des ordures ménagères et des déchets provenant quotidiennement des établissements publics et des petites et moyennes entreprises, il existe de grandes quantités de déchets constitués par les matériaux et les produits qui ne sont plus utilisés, provenant des mêmes secteurs que ci-dessus mais plus encore des activités productives et commerciales. Afin d'en assurer le recyclage et de tenir compte des fluctuations des quantités de déchets émis et des particularités du stockage sécurisé de ces matériaux, il est nécessaire, dans la plupart des cas, d'en assurer la collecte et le traitement séparément. Au niveau le plus général, il faut prendre en considération les accumulations de déchets suivantes :

- ▶ Les déchets assimilables aux ordures ménagères peuvent être collectés, traités et mis en valeur comme les ordures ménagères.
- ▶ Les déchets contenant des polluants et pouvant devenir dangereux doivent être soumis à un contrôle rigoureux et relèvent de dispositions spéciales, compte tenu des risques qu'ils représentent pour l'environnement (par exemple la Convention de Bâle sur les transferts de ces déchets). La classification des déchets et la répartition en déchets dangereux et non dangereux repose sur l'affectation des produits et matériaux d'origine dangereux et garantit par ailleurs que pendant toute la durée de vie d'un produit, il sera maintenu dans la même catégorie.

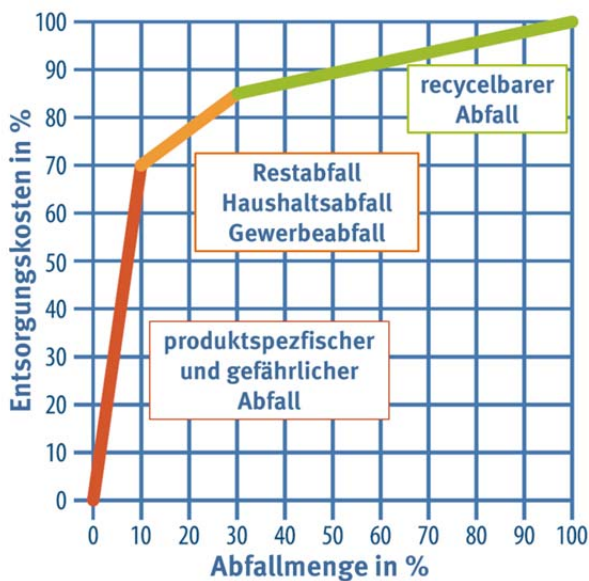
Par principe, les caractéristiques en vertu desquelles un produit est déclaré dangereux sont définies par une réglementation complétée par des listes (par exemple la Liste Européenne des Déchets). Concernant les risques potentiels des déchets chimiques et les obligations qui s'imposent pour la manipulation de ces produits, il faut mentionner plus particulièrement le « Programme International sur la » Sécurité des Substances Chimiques (International Program on Chemical Safety) et la politique en matière de substances chimiques instaurée dans l'UE sous le terme REACH.

Par leur nature même, les déchets infectieux et les déchets médicaux ainsi que ceux des boues d'épuration issues du traitement des eaux usées doivent être soumis aux mêmes précautions que les déchets dangereux par nature et relèvent des mêmes contraintes pour la manipulation. Les déchets polluants et les déchets médicaux contiennent en quantité critique des substances dangereuses les rendant inaptes à une mise en valeur. Ils doivent être collectés séparément afin de garantir qu'aucun risque ne survienne pour l'environnement. Il est strictement interdit de les recueillir et de les traiter avec les ordures ménagères. Les boues d'épuration présentent un grand potentiel d'utilisation mais requièrent également une précaution particulière et un traitement spécifique du fait qu'ils contiennent un grand nombre de composants potentiellement critiques.

- ▶ Les déchets spécifiques (de produits ou de fabrication) proviennent des activités productives et des résidus rejetés par l'industrie et les autres activités. La plupart se présentent sous une forme relativement homogène et il devient alors possible d'envisager un recyclage, à condition bien entendu qu'ils restent séparés des autres déchets. Une réglementation spéciale et des prix équitables pour les ressources primaires et les matières premières par rapport aux matériaux de recyclage encouragent la prévention de ces déchets ou, pour le moins, leur réduction et une mise en valeur optimale.

La maîtrise rationnelle des déchets implique par définition la prévention, la réduction et, dans tous les cas où cela est possible, la mise en valeur des déchets des activités industrielles et commerciales qui, dépassant le domaine large de ce secteur, prennent une importance primordiale dans une perspective écologique et économique générale. Compte tenu de la raréfaction des ressources primaires, de l'augmentation des prix des matières premières, de l'énergie et des services impliqués par la protection de l'environnement, les déchets représentent de nos jours un facteur non négligeable des coûts au niveau le plus général et, à condition qu'ils soient bien maîtrisés, constituent un poste primordial de la rentabilité des entreprises.

Figure 1: Niveau général des coûts pour l'élimination de grandes catégories de déchets provenant des activités industrielles et commerciales.



La politique de l'environnement au niveau européen est de plus en plus dictée par la nécessité d'influer sur les procédures et les techniques productives pour réduire autant que possible l'impact écologique de la fabrication et de l'utilisation des produits, ainsi que de leur élimination en fin de vie.

La maîtrise des déchets industriels implique donc l'intégration de la protection de l'environnement aux différents niveaux de la production (conformément aux principes de la Déclaration internationale pour une production plus propre (Cleaner Production) par l'utilisation de technologies induisant peu ou pas de déchets et par un système interne de maîtrise des déchets, lui-même contrôlé à un échelon supérieur. Il s'agit principalement de toutes les mesures portant sur les économies de matériaux et d'énergie au niveau de la production, de l'amélioration du recyclage des résidus de la production et de l'utilisation des matériaux de récupération, des fabrications en circuit fermé, de la prévention des polluants et de leur remplacement par des substances présentant toute garantie d'innocuité. Ces différents objectifs peuvent même impliquer la modification des produits. Nous retiendrons à titre d'exemples pour ces activités :

- La récupération des déchets, le traitement et la réutilisation deviennent des éléments de la fabrication et des circuits internes de l'entreprise (par exemple par le retraitement des agents de réfrigé-

ration, des lubrifiants, des solvants et autres agents de fabrication),

- Le recyclage devient progressivement une activité s'étendant tout un secteur (par exemple les techniques et les mesures de traitement des huiles usées).
- L'utilisation et l'encouragement de technologies économisant les matières premières, les matériaux et l'énergie (par exemple le rechapage et le remoulage des pneumatiques usés).

Il existe plusieurs approches pour l'utilisation et l'élimination rationnelle des déchets industriels et commerciaux. La prise en charge des déchets par les émetteurs et la mise en valeur interne supposent que les entreprises et les producteurs de déchets aient et exploitent leurs propres installations de traitement des déchets, de manière à réutiliser les déchets dans les meilleures conditions compte tenu des procédures internes et de la réglementation sur l'environnement (par recyclage et mise en valeur). Ce type d'approche est particulièrement recommandé pour les activités fortes productrices de déchets pouvant être réinjectés dans la production sans contraintes disproportionnées. Les meilleurs exemples en sont la métallurgie, la sidérurgie, le travail du bois, les papeteries. Pour ces dernières, les déchets peuvent être réinjectés dans le cycle de fabrication ou couvrir la demande énergétique par incinération dans les centrales d'usine.

La prise en charge par un opérateur externe représente une autre possibilité de traitement et de mise en valeur des déchets (voir les fiches techniques « Collecte et transport » et « Préparation et traitement »). Les déchets dangereux constituent une catégorie spéciale du fait qu'il n'existe pas de possibilité de mise en valeur à grande échelle, sauf l'incinération (voir les fiches techniques « Combustion sur grille » et « Incinération sur lit fluidisé ») et il ne reste donc que le stockage dans les décharges spéciales (voir les fiches techniques « Décharge de déchets spéciaux »).

Pour toutes les raisons indiquées ci-dessus, la maîtrise des matières passe par un suivi rigoureux des courants de matériaux ayant un impact majeur sur l'environnement par leurs risques potentiels, par leur accroissement quantitatif ou encore par les bonnes possibilités de recyclage. Il s'agit là des courants de déchets les plus importants, justifiant des interventions et des régulations appropriées, ayant pour but principalement d'accroître les utilisations, de réduire les risques pour

Gestion de déchets spécifiques

l'environnement et de mettre en œuvre des techniques de traitement ménageant l'environnement.

Les différents volets de notre documentation présentent des exemples de courants de déchets existants ou potentiels, provenant des ménages, des activités industrielles et commerciales. Ils sont analysés en fonction des pratiques respectueuses de l'environnement, des possibilités de traitement et de mise en valeur, des mesures pour prévenir et réduire les déchets. Ces différents courants sont définis principalement par le fait qu'au niveau de l'Union Européenne, plusieurs directives et régulations spécifiques ont été adoptées .

Note : Vous pouvez consulter les descriptions détaillées des thèmes abordés dans le texte en d'autres points et dans des documents précis de ce recueil d'informations.

Tableau 1: Aperçu des courants de déchets qui sont également traités dans des sections d'informations et des fiches techniques distinctes.

Fiches techniques des flux de déchets

Déchets de construction et gravats

Huiles de vidange

Véhicules hors d'usage

Pneumatiques usés

Piles et batteries usées

Appareils électriques et électroniques hors d'usage

Lampes usagées

Déchets médicaux

Déchets de peintures et de verni

Déchets de tapis et moquettes

Boues d'épuration issues du traitement des eaux usées communales

DÉCHETS DE CONSTRUCTION ET DÉMOLITION

IMPORTANCE DU FLUX DE DÉCHETS

- Quantitativement, les déchets de construction et de démolition constituent la plus grande partie des déchets, d'où toute l'importance de la prévention et du recyclage des déchets.

COMPOSITION ET PRINCIPAUX COMPOSANTS

Les travaux de construction et de démolition sont en principe antagonistes mais les déchets des uns et des autres sont comparables. Pour cette raison, les procédures d'élimination et de traitement sont généralement identiques, bien que le tri des déchets soit mieux effectué lors d'une nouvelle construction.

Les déchets de construction et de démolition tels qu'ils sont émis dans le secteur du BTP et de la construction routière regroupent un grand nombre de matériaux. Les déchets dépendent des influences en cause et sont tributaires des techniques traditionnelles de construction, du style architectural général et des matériaux bruts existant à l'échelon local.

Les travaux du BTP pour la préparation de la construction produisent de grandes quantités de matériaux : terres, minéraux et pierres, souvent mélangés à de plus faibles quantités de déchets de construction et autres matériaux.

Par contre, les déchets de démolition sont faits de mélanges de terre, de sable, de pierres naturelles, de gravats de béton, de céramique (comme les briques et les carrelages), de bois traité et non traité, de pièces métalliques, d'asphalte, de matériaux de toiture, ainsi que des matériaux posés à sec. S'y ajoutent tous les déchets apparaissant dans les ordures ménagères : plastiques, verre, papier et textiles, mais aussi les différents appareillages électriques : câbles, organes de couplage, appareils, matériaux d'isolation et enfin les conduites d'alimentation et d'évacuation de la construction.

D'une manière générale, les déchets de construction et de démolition sont volumineux et pondéreux.

EXIGENCES FONDAMENTALES ET BASES DE LA MAÎTRISE DES DÉCHETS

Les déchets des activités de construction et de démolition représentent généralement la plus grande partie des déchets contenus souvent en quantité significative dans les ordures ménagères. Les quantités de matériaux émis sont sujettes à de fortes fluctuations en fonction du contexte conjoncturel instable dans la construction. Il est important ici de respecter la hiérarchie dans ce domaine, à savoir en premier lieu la prévention des déchets, suivie immédiatement après du recyclage et de la réutilisation.

Prévention des déchets dans le secteur de la construction

L'organisation et la réalisation des travaux de construction, les techniques du BTP dictent en grande partie, déjà dans la phase de planification, l'efficacité de la prévention des déchets de construction et de démolition. Sont seuls affectés à la catégorie des déchets les matériaux qui ont été réinjectés dans le processus de construction, qui constituent des résidus restant lors du traitement ou bien qui ne peuvent plus être valorisés et réutilisés directement.

Par exemple, le recours à la technique de construction par segment recourant principalement aux éléments préfabriqués et aux composants facilement récupérables est un élément fort de réduction des déchets de construction et de démolition, ainsi que d'un taux de réutilisation élevé. La planification des travaux du bâtiment joue également un grand rôle par la mobilisation des seules quantités de matériaux qui sont nécessaires, sur mesure, et déposés correctement à pied d'œuvre. De même, les matériaux doivent être stockés correctement et à l'abri jusqu'à leur utilisation.

Pour pouvoir réaliser une construction générant peu de déchets, par exemple par une réutilisation des matériaux de coffrage ou une collecte directement sur place des matériaux réutilisables, la priorité devra être accordée par le planificateur/le maître de l'ouvrage à un mode de fonctionnement approprié. Les techniques de construction et les matériaux seront choisis de façon à réaliser les travaux de la manière la plus efficace possible. La coordination des

	<p>différents corps d'état les déchets (entre autres, l'intégration assortie de certains matériaux, conduites d'alimentation et de drainage) est elle aussi propre à prévenir la répétition des travaux et donc à prévenir les déchets.</p> <p>Par exemple, les techniques de <u>rabattage sélectif</u> et de « <u>chantier e cycle fermé</u> » donnent d'excellentes possibilités pour réduire les déchets de construction et de démolition et pour en réutiliser la plus grande quantité.</p> <p>Une réutilisation maximale des déchets de construction et de démolition implique que ces déchets soient collectés et séparés à la source.</p> <p>La maîtrise des déchets de construction et de démolition offre les avantages suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Réduction des besoins en matières premières primaires et donc de l'impact sur l'environnement lié à leur extraction. - Réduction de la surface nécessaire pour la décharge, - réduction des transports, des coûts et de l'impact environnemental grâce à la réutilisation sur place. - Possibilités de générer des bénéfices grâce à la création de matières premières secondaires. <p><i><u>Il convient de prendre en considération les défis pour la valorisation :</u></i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Maîtriser les coûts supplémentaires de main-d'œuvre et l'investissement technique supplémentaires pour la collecte séparée et le traitement. - Garantir une qualité constante du matériau recyclé. - Maîtriser la complexité des activités de construction au niveau des coûts de gestion plus élevés. - Maîtriser les retombées sur l'environnement par le bruit, les poussières et les transports pour le recyclage.
<p>VOIES ET STRATÉGIES DE COLLECTE APPROPRIÉES ET RECOMMANDÉES</p>	<p>Si les déchets de construction et de démolition ne sont pas collectés et conservés séparément, il sera difficile d'en récupérer les matériaux précieux. Une autre difficulté rencontrée est la présence, dans le pire des cas, de déchets contaminés, tels que par exemple des sols souillés par l'huile, des bois imprégnés, des composants de goudron ou autres matériaux à base de plâtre. Ces déchets de construction et de démolition ont pratiquement tous finis en décharge dans le passé. Depuis, la législation européenne impose un tri strict des composants inertes et organiques tels que les bois usagés et plastiques avant leur mise en décharge (cf. la directive concernant la mise en décharge <u>99/31/EC</u>). En outre, certaines fractions de déchets de construction et de démolition se commercialisent très bien.</p> <p><i>Rabattage</i></p> <p>Un rabattage sélectif peut accroître nettement les possibilités de réutilisation et de recyclage des déchets de construction et réduire considérablement la nécessité d'un traitement. Cette approche est particulièrement importante pour la qualité du recyclage et pour une utilisation des matériaux à grande échelle. Elle permet d'éviter les destructions et le mélange des différentes catégories de déchets et surtout de prévenir les contaminations possibles avec le reste des déchets.</p> <p>Cette technique consiste à prélever ou à rabattre les matériaux contaminés et pollués (tels que le plâtre) pour les prélever séparément et à dégager les éléments de construction pouvant être réutilisés, par exemple les éléments de façades ou d'intérieurs intéressants du point de vue architectural, les escaliers, les balustrades, les portes, les carreaux de céramiques, les parquets et autres, ou bien des matériaux de haute qualité (par ex. les tubes en cuivre). Pendant les travaux de démolition ultérieurs, des précautions pourront être prises pour ne pas détruire les assemblages de briques, les ouvrages maçonnés et les éléments de béton. En règles générale, ces travaux et précautions entraînent une dépense supplémentaire, réduisent le rythme des travaux de démolition et introduisent un facteur d'alourdissement pour la planification, le suivi des travaux et la coordination, pouvant être compensé par les économies réalisées sur l'élimination des déchets de construction, sur les transports et l'acquisition de matériaux neufs. Dans le meilleur des cas, les coûts peuvent s'équilibrer.</p>

Tableau 1: Schéma général du rabattage contrôlé en construction de bâtiments

Etape du processus	Substance bâtie particulièrement concernée	But de l'étape du processus
Etape 1 : Élimination des matériaux pollués et des impuretés	Par exemple les éléments contaminés à l'amiante, au PCB, PCP/lindane, au goudron et autres contaminations comme les isolants thermiques HBDCC ou bien les impuretés comme le plâtre/le sulfate (contenus dans les chapes et les panneaux de construction).	Collecte séparée, traitement et élimination sécurisée.
Etape 2 : Démontage sans désintégration des pièces de construction pouvant être réutilisées directement, vidange et démontage des conduites d'alimentation.	Par exemple les éléments de construction d'intérêt historique ou architectural, les escaliers, les lampes, les balustrades, les colonnes, les conduites tubulaires, etc.	Nettoyage, réparation ou préparation, stockage et réutilisation.
Etape 3 : Démontage des éléments de construction pouvant être réutilisés après préparation.	Par exemple les fenêtres, les matériaux de couverture, les parquets, les boiseries, les portes.	Préparation, stockage et réutilisation.
Etape 4 : Prélèvement, démontage et collecte séparée de tous les matériaux de construction réutilisable.	Par exemple les pièces en bois et en métal ne constituant pas de structure portante, le verre.	Collecte séparée, préparation et recyclage.
Etape 5 : Prélèvement, démontage et collecte séparée de tous les matériaux de construction ne pouvant pas être réutilisés.	Par exemple le bois traité, les matériaux d'isolation, les murs construits par superposition de matériaux sans maçonnerie, les mousses plastiques.	Collecte séparée, préparation et élimination.
Etape 6 : Démolition du reste de la construction, y compris la dalle et les fondations.	Tous les matériaux restants, principalement toutes les parties maçonnées et les constructions de béton.	Collecte séparée, préparation et réutilisation de la plus grande partie.

Il est extrêmement important d'effectuer une séparation à la source des divers matériaux lors de la collecte, du stockage et du transport afin de garantir leur recyclage et leur réutilisation, requérant l'exploitation de systèmes de conteneur appropriés [voir fiches techniques « Conteneur sur roues » et « Conteneur de décantation »], ainsi que leur mise à disposition en nombre suffisant et au moment adéquat.

POSSIBILITÉS ET PROCÉDURES DISPONIBLES DE RECYCLAGE

Il existe de nombreuses possibilités de récupérer et de réutiliser les matériaux provenant de la construction. Les granulats des débris de béton et, dans une moindre mesure, des débris de maçonnerie (voir normes ou Assurance Qualité) dont la haute qualité est garantie peuvent être utilisés pour la production de bétons destinés à la construction. Selon leur nature et leurs caractéristiques, les matériaux récupérés peuvent être utilisés pour les aménagements paysagers, les constructions souterraines, les couches porteuses de lits de chaussées et de chemins, les travaux de remplissage et d'égalisation des terrains, la création de barrières de visibilité et de protection contre le bruit.

L'aménagement des décharges est également consommatrice de déchets de construction et de démolition, en particulier pour les voies de circulation, les séparations entre les différentes sections de décharge, la consolidation et le boisage, la création de couches de drainage et autres travaux de protection géologique souterraine et en surface. Les fiches techniques présentant les différentes possibilités de décharge donnent des indications détaillées sur ces techniques (voir fiches techniques « Dépôt »).

Les maîtres d'ouvrage et les planificateurs doivent pouvoir se fier aux standards et normes européens lorsqu'ils utilisent les matériaux de construction recyclés, car la responsabilité de la sécurité au travail et de la stabilité de l'ouvrage leur incombe. La norme européenne EN 206-1, appliquée conjointement avec la norme EN 12620, décrit comment fabriquer et utiliser les bétons avec des granulats recyclés.

La confiance et la fiabilité entre les différents acteurs de la construction créent en plus des systèmes de qualité nationaux – comme en Allemagne avec RAL – pour l'Assurance Qualité des matériaux recyclés. Outre la confiance des acheteurs, ces systèmes donnent aux entreprises de traitement les moyens de maîtriser les volumes variables et les qualités fluctuantes des déchets de construction et de démolition, c'est-à-dire de gérer les matériaux d'origine, d'âge et de composition différents et les contaminations ou impuretés potentiellement présentes. Pour les sols, les pollutions invisibles aux métaux lourds viennent s'ajouter à ce qui est visible, c'est-à-dire la contamination par l'huile et le goudron ; le bois présente lui aussi cette difficulté puisqu'il peut avoir été traité aux agents de protection chimique et aux inhibiteurs de flamme.

Tableau 2: Possibilités d'utilisation des différentes fractions de déchets de construction et de démolition

Matériau		Options d'utilisation
Déchets de construction et de démolition composites		Après traitement primaire, stockage sécurisé
Déchets de construction et de démolition collectés séparément	Pierres et gravillon	Matériau de base pour les assemblages et le remplissage. Couches de base en construction routière.
	Béton	Matériau de base pour les assemblages et le remplissage Couches de base en construction routière et constructions en béton.
	Bois usagés	Fabrication de panneaux de particules et de fibres, de couches porteuses de paillis et de compost. Utilisation comme combustible.
	Métaux	Réutilisation sur les constructions acier
	Autres matériaux	Verre : Réutilisation pour la fabrication du verre. Plastiques : Produits plastiques recyclés, combustible Panneaux en plâtre : Fabrication de nouveaux panneaux en plâtre panneaux de plâtre/placoplâtre et fibre de plâtre
	Asphalte	Utilisation pour la confection des lits de chaussée, comme couche de recouvrement et pour les travaux de réparation.

Les spécifications techniques portant sur les matériaux utilisés pour la construction peuvent être formulées dans l'appel d'offres en évitant de discriminer les matériaux recyclés, et à condition de ne pas enfreindre les normes courantes. Il est possible de se référer ici aux recommandations relatives aux appels d'offre du centre de compétence pour l'approvisionnement durable de l'État fédéral Kompetenzstelle für Nachhaltige Beschaffung des Bundes (KNB).

MODALITÉS DE TRAITEMENT APPROPRIÉES ET RECOMMANDÉES

Le recyclage recherché peut exiger l'utilisation d'équipements supplémentaires pour le traitement et le nettoyage des matériaux. Le traitement des déchets de construction et de démolition peut être réalisé sur place ou sur des installations centralisées et fixes.

Préparation sur place

La préparation des déchets de construction et de démolition sur place est la technique la mieux adaptée pour réutiliser ces matériaux et pour accroître le taux de réutilisation. C'est particulièrement le cas pour les matériaux servant sur les lieux mêmes ou à proximité immédiate. Les gravats de béton récupérés sont broyés, idéalement, immédiatement sur place et triés pour être réutilisés directement à proximité sous forme d'adjuvant de certains types de béton ou de remblai de la couche inférieure des routes et des chemins. Une telle réutilisation des minéraux composites, du sable et des gravillons permet de diminuer les besoins de matières premières primaires à un autre endroit, donc de réduire les interventions sur la nature et des autres pollutions environnementales.

Dans certains cas, il est possible de créer un chantier « fermé » réunissant sous forme de cycle intégré les travaux de démolition et de construction par utilisation directe, sur place, des déchets avec possibilité, dans le meilleur des cas, de renoncer à tout apport extérieur. Cette approche est idéale lorsque la démolition est suivie immédiatement d'une reconstruction.

Pour utiliser sur place les déchets de construction et de démolition, des aires de surface suffisante doivent être aménagées pour installer les équipements techniques mobiles, par exemple les groupes de broyeurs et les cribleurs, et pour entreposer les matériaux recyclés jusqu'à leur réutilisation, ce qui peut constituer une restriction au traitement sur place. A cela vient s'ajouter que le recyclage fait naître une nuisance pour les riverains par le bruit et les poussières. Il se peut que ces inconvénients soient compensés en partie par la réduction des transports d'évacuation des déchets liés à un recyclage des matériaux sur place.

Pour réaliser un tel circuit, il faut pouvoir identifier tous les déchets, être sûr qu'ils ne présentent aucune contamination. Auparavant, il faudra bien sûr séparer et éliminer les composants dangereux, par exemple de l'amiante ou des conduites de plomb.

Figure 1: Installations de traitement mobiles pour gravats (Sources en haut & en bas : Jochen Zellner, Landkreis Neustadt/Aisch-Bad Windsheim, www.abfallbild.de)



Préparation centralisée

Les installations fixes présentent l'avantage d'accueillir de plus grandes quantités de matériaux que les installations mobiles, en provenance de chantiers divers et donnent toute garantie pour l'approvisionnement de la construction en matériaux recyclés de qualité fiable. Les installations fixes sont techniquement mieux équipées que les groupes mobiles. Elles offrent une gamme plus large de matériaux satisfaisant à des spécifications déterminées et sont en mesure de créer des aires de stockage appropriées. Il s'agit là de facteurs encourageant considérablement la réutilisation des déchets de construction.

La première opération après création de l'installation consiste à inspecter les déchets de construction et de démolition et d'en éliminer les composants nocifs pour le traitement (par exemple les pièces métalliques volumineuses, les adhérences d'impuretés). Ensuite intervient en général un premier concassage suivi de la séparation automatique des métaux et du prélèvement des parties légères, par exemple le papier et les déchets de plastique, par passage au séparateur à l'air. Le matériau traverse ensuite plusieurs étapes de criblage et de concassage et donne une grande variété de produits de granulométrie étagée.

Utilisation des matériaux après préparation et des résidus

Les matériaux dégagés pour la viabilisation des terrains à bâtir, en particulier la terre, les pierres et les sous-sols représentent la plus grande partie des déchets de construction et de démolition (en moyenne, environ 45%). La plus grande partie des déchets de démolition de bâtiments est constituée de minéraux et, en plus petite quantité, de bois et d'autres fractions, le reste étant formé principalement de métaux, de verre et de plastique. Ces différents matériaux sont appropriés notamment aux utilisations suivantes:

	<p>Terre, pierres et argile : Elles peuvent être séparées immédiatement (par criblage des sols contaminés) et être réutilisées sur place (en particulier pour le remplissage et la mise à niveau du site de construction). S'il s'agit d'un renouvellement de la chaussée, le matériau brut présente une partie de bitume et d'asphalte qui doivent être séparés pour le type d'utilisation choisie.</p> <p>Asphalte peut être traité sur place et réutilisé de manière à économiser les coûts d'élimination et d'approvisionnement en matériaux neufs. L'asphalte peut être réinjecté dans les nouvelles préparations et servir pour le revêtement et les réparations. On l'utilise toutefois principalement pour l'infrastructure, pour les accotements, pour le revêtement et la couverture des décharges, après concassage.</p> <p>Les débris de béton sont utilisés principalement pour les fondations routières, dont les granulats de grande qualité garantie provenant des débris de béton qui sont employés sous forme d'adjuvant (pour la construction), leur utilisation étant durable et plus variée. Les débris de béton peuvent être utilisés pour un grand nombre d'autres applications, par exemple le remplissage, les accotements, les couches porteuses et intermédiaires en construction routière.</p> <p>Les déchets de bois traités et nature représentent une partie non négligeable des gravats, en particulier par la démolition des immeubles anciens. Les déchets de bois sont constitués principalement par les aménagements intérieurs : portes, cadres de fenêtres, boiseries et meubles abandonnés par les occupants. Les déchets de bois provenant des travaux de viabilisation et les bois non traités peuvent être utilisés directement. Ils peuvent aussi être broyés pour intervenir dans la fabrication des panneaux de particules et de fibres mais aussi pour donner un substrat d'humus et de paillis en compostage [voir fiche technique « Compostage »]. Il est aussi possible qu'une grande partie des déchets de bois provenant de la démolition et de la construction soit polluée par la peinture et par un traitement chimique, auquel cas il faut envisager une utilisation par incinération. [voir fiche technique « Incinération »].</p> <p>Les autres matériaux en quantités appréciables dans les déchets de construction et de démolition, par exemple le verre, les plastiques, les métaux et le papier, présentent des caractéristiques identiques à ceux que l'on trouve dans les ordures ménagères et les déchets industriels et commerciaux. S'ils sont séparés immédiatement ou ultérieurement, ils peuvent être préparés et traités comme les matériaux des ordures ménagères [voir fiches techniques « Traitement »]. Toutefois, les plastiques, le papier et le carton en provenance des déchets de construction ne présentent pas dans la plupart des cas les caractéristiques nécessaires pour un recyclage rationnel. Par conséquent, la préférence sera donnée pour ces matériaux à l'utilisation de la fraction de pouvoir calorifique supérieur et à l'injection dans les installations techniques de co-incinération [voir fiche technique « Co-incinération industrielle »].</p> <p>En raison de l'impact négatif des polluants organiques persistants (POP) et, notamment de la substance très préoccupante qu'est l'hexabromocyclododécane, les matériaux isolants en polystyrène (EPS) doivent être manipulés avec une prudence particulière et suivre la législation existant en la matière.</p>
RETOMBÉES SUR D'AUTRES SECTEURS	La réutilisation des matériaux provenant des déchets de construction et de démolition par recyclage et mise en valeur est à la source de gains écologiques et économiques incontestables et crée de nombreux emplois. La technique du rabattage en particulier est grande consommatrice de main-d'œuvre pour les travaux d'aménagement du site, le nettoyage et la préparation des matériaux récupérés, la réutilisation et la vente.
RÉFÉRENCES, OPÉRATEURS ET FABRICANTS	Il existe en Allemagne un grand nombre d'installations réalisant le traitement des déchets de construction et de démolition avec des équipements mobiles qui sont uniformément réparties sur tout le territoire. Plus de 90% des déchets de construction et de démolition sont récupérés de nos jours. Plusieurs opérateurs proposent la technique et les équipements techniques nécessaires. il s'agit en particulier de :

(Important : La liste d'établissements qui suit n'est nullement exhaustive.)

Technique de criblage

- EuRec Technology GmbH, Merkers www.eurec-technology.com
- Backers Maschinenbau GmbH, Twist www.backers.de
- Sutco Recycling Technik, Bergisch Gladbach www.sutco.de
- Sandvik Mining and Construction Crushing Technology GmbH Bergisch Gladbach www.miningandconstruction.sandvik.com/de

Technique de concassage

- EuRec Technology GmbH, Merkers www.eurec-technology.com
- HAZEMAG & EPR GmbH, Dülmen www.hazemag.de
- Sandvik Mining and Construction Crushing Technology GmbH Bergisch Gladbach www.miningandconstruction.sandvik.com/de

Séparateur à l'air

- Integra Ingenieurbetriebsgesellschaft, Saerbeck www.integra-ibg.de

VÉHICULES HORS D'USAGE

IMPORTANCE DU FLUX DE DÉCHETS :

Les véhicules hors d'usage sont des produits constitués de matériaux qui présentent également un haut potentiel de réutilisation (récupération des pièces de rechange). L'UE a formulé dans une directive autonome les conditions spécifiques concernant la reprise et le traitement de ce flux de produits et réglementé l'exercice de la responsabilité des producteurs.

COMPOSITION ET PRINCIPAUX COMPOSANTS

Les voitures automobiles sont faites d'un grand nombre d'éléments de construction intégrant une grande quantité de matériaux divers. Une voiture de catégorie moyenne est composée des grandes catégories de matériaux suivants :

Tableau 3: Grands repères pour la composition des matériaux et les consommables dans les véhicules hors d'usage

COMPOSITION ET PRINCIPAUX COMPOSANTS		CONSOMMABLES	
Matériaux	Quantité	Type de consommables	Quantité
Acier	400 kg	Carburant	5 à 10 litres
Plastiques	125 kg	Liquide de refroidissement	7 litres
Moteur	100 kg	Huile moteur	4 litres
Déchets de matériaux d'isolation et d'exploitation	50 kg	Liquide frigorigène	1 à 4 litres
Autres pièces en caoutchouc	35 kg	Huile de boîte de vitesse	2 litres
Moteurs électriques	10 kg	Huile d'amortisseur	1 litre
Mousse PUR	10 kg	Graisse	1 litre
Verre de sécurité	6 kg	Liquide de frein	0,7 litre
Verre sandwich	4 kg	Huile de différentiel	0,5 litre
Câblage	4 kg	Huile de direction	aucune indication
Pneus	5 pièce		

BASES JURIDIQUES ET DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE VALABLES EN EUROPE

La Directive [2000/53/EC](#) du 18.09.2000 relatives aux véhicules hors d'usage fixe le cadre général de l'élimination sécurisée des véhicules hors d'usage en Europe. Cette directive est complétée par la décision de la Commission [2005/293/CE](#) établissant les modalités nécessaires au contrôle du respect des objectifs fixés en matière de réutilisation/valorisation et de réutilisation/recyclage par la directive 2000/53/CE. Un rapport sur le volume de véhicules usagés recyclés doit être remis tous les 3 ans à la Commission européenne (article 9, directive sur les véhicules hors d'usage) sous forme de questionnaire, conformément à la Décision de la commission [2001/753/CE](#) La décision de la commission [2003/138/CE](#) fixe en plus les normes de codification des composants et des matériaux.

EXIGENCES FONDAMENTALES ET BASES DE LA MAÎTRISE DES DÉCHETS

La maîtrise des déchets est assurée par la collecte séparée des véhicules hors d'usage et l'élimination des substances dangereuses, avec pour but de prélever les plus grandes quantités de matériaux pour les recycler. Les principales exigences minimales devant être respectées sont à cet égard :

- *Préparation des véhicules hors d'usage pour l'élimination des polluants :*

- Démontage des batteries et des réservoirs d'agents liquides
- Démontage et neutralisation des pièces explosives (par exemple les airbags)
- Collecte et stockage séparé du carburant, de l'huile moteur, des fluides sur les agents de transmission, de l'huile de boîte de vitesse, de l'huile hydraulique, du liquide frigorigène, de l'antigel, du liquide de frein, du fluide de l'installation de climatisation et autres fluides pouvant se trouver dans les véhicules hors d'usage, sauf s'ils interviennent

	<p>ment dans la procédure de recyclage des matériaux,</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Dans la mesure des possibilités, démontage de toutes les pièces dont il est établi qu'elles contiennent du mercure. <p>- <i>Mesures de traitement primaire pour améliorer les possibilités de recyclage :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Démontage du ou des pots catalytiques, ○ Démontage des pièces contenant du cuivre, de l'aluminium et du magnésium si elles ne sont pas séparées pour le broyage des épaves, ○ Démontage et stockage séparé des pneumatiques et des grosses pièces en plastique (amortisseurs, tableau de bord, réservoirs de fluides, etc.) s'ils ne sont pas séparés pour le broyage des épaves de manière telle qu'ils puissent être recyclés correctement, ○ Démontage des vitres <p>Il est extrêmement important à ce niveau de définir les buts de la mise en valeur et du recyclage des matériaux et des pièces des véhicules hors d'usage. C'est ce que réalise la directive sur les véhicules hors d'usage en Europe. À partir de 2015, le taux de réutilisation et de valorisation est porté à un minimum de 95% en poids moyen par véhicule, tandis que les taux de réutilisation et de recyclage sont fixés à 85 % en poids moyen par véhicule. La réparation des vieilles voitures et le prélèvement des pièces utilisables sont autant d'éléments de prévention de l'émission des déchets, devant constituer une priorité absolue.</p>
<p>VOIES ET STRATÉGIES DE COLLECTE APPROPRIÉES ET RECOMMANDÉES</p>	<p>Le dernier détenteur devra remettre le véhicule hors d'usage à des points de collecte ou de reprise accrédités ou bien directement à des entreprises de démontage. Une accréditation de ces entreprises spécifiant que les conditions de collecte, de démontage et de traitement écologiques ont été appliquées garantit une gestion et utilisation conformes et un recyclage adéquat des véhicules hors d'usage. Les points de collecte et de reprise n'effectuent pas de démontage mais prennent en charge les véhicules hors d'usage, documentent leur réception et leur affectation ultérieure et veillent à ce que ceux-ci ne soient pas empilés ou entreposés sur le côté ou le toit. Cette mesure vise à empêcher l'écoulement de substances dangereuses (entre autres le carburant, les huiles) ou le déclenchement des composants pyrotechniques (par ex. les airbags). Le stockage doit exclure par ailleurs tout endommagement des éléments démontables et susceptibles d'être recyclés (par ex. le verre des vitres).</p> <p>Dans certains pays, par exemple en Allemagne, le constructeur automobile est tenu de reprendre les véhicules hors d'usage et de les remettre à une entreprise de démontage accréditée ou encore d'attester la cession ou la mise en valeur. Les constructeurs automobiles peuvent faire appel à un centre de reprise accrédité pour reprendre le véhicule hors d'usage du dernier détenteur. Dans le cas où des véhicules hors d'usage ont été déposés clandestinement, les collectivités locales ont en charge la remise de ces véhicules à un point de collecte ou une entreprise de démontage accrédité, si le dernier détenteur du véhicule n'a pas pu être identifié.</p>
<p>MODALITÉS ET STRATÉGIES DE TRAITEMENT APPROPRIÉES ET RECOMMANDÉES</p>	<p>Pour pouvoir être recyclés, les véhicules hors d'usage doivent être démontés et les différents matériaux qui les composent amenés à un autre traitement. Le démontage des véhicules hors d'usage est réalisé selon le schéma général suivant :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Réception du véhicule hors d'usage et contrôle de réception ainsi que délivrance d'un certificat de destruction au dernier détenteur, 2. Stockage temporaire sur un site approprié, 3. Mise à sec (prélèvement de batteries, d'airbags, du carburant, de l'huile, du liquide frigorigène), 4. Démontage des composants destinés à être réutilisés. (prélèvement du moteur, de la boîte de vitesses, de l'alternateur, etc.), 5. Démontage des composants destinés au recyclage (prélèvement des pièces en plastique, des vitres, du pot catalytique.), 6. Concassage de la carrosserie au broyeur (séparation des ferrailles de métaux ferreux et de métaux non-ferreux pour le recyclage et séparation des différents éléments qui ne peuvent pas être utilisés).

Après réception du véhicule hors d'usage dans une entreprise de démontage, il s'ensuit la dépose de la batterie et, dans le cas d'une motorisation au gaz, l'extraction du réservoir de gaz et des composants pyrotechniques. Le démontage des systèmes de retenue de passagers (airbags, rétracteurs de ceinture) sont notamment soumis à des exigences spéciales imposant le déclenchement ou bien la neutralisation de la charge propulsive présente du fait de l'utilisation de la pyrotechnie pour leur fonctionnalité. Ce qui implique pour le personnel la nécessité d'une formation continue spécialisée en pyrotechnie.

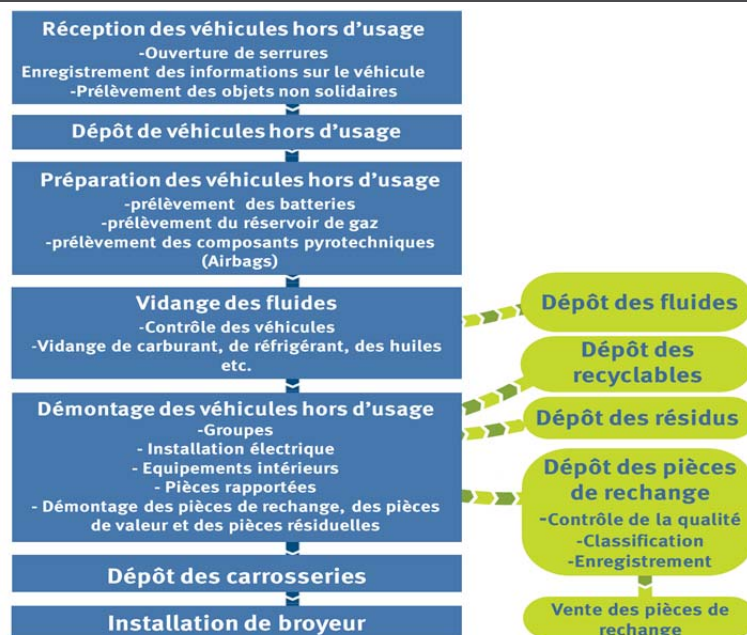
La seconde étape consiste, dans le cadre de la mise à sec, à prélever les liquides du véhicule tels que les huiles moteur, de boîte de vitesses, de différentiel et de la direction assistée, de l'huile d'amortisseur, du liquide de frein, de l'eau du lave-glace, des liquides de refroidissement et frigorifique (de l'installation de climatisation). On prélève ensuite tous les fluides du véhicule qui sont recueillis et stockés temporairement dans des conteneurs résistants aux acides pour être ensuite recyclés de manière écologique (voir fiche technique « Huiles usées »). Les liquides frigorifiques provenant des installations de climatisation doivent notamment être prélevés à l'aide d'une station d'entretien de climatisation spéciale. Jusqu'en 2011, on a employé comme réfrigérant le produit 134a (1,1,1,2-tétrafluoroéthane) d'un haut potentiel de réchauffement (PRP de 1430).

Après avoir extrait les liquides consommables, les pièces de rechange revalorisables (par ex. l'installation électrique) et les composants recyclables (le verre, les plastiques) doivent être prélevés. Le démontage doit concerner au moins les composants suivants issus de la carrosse :

- L'accumulateur de chaleur latente,
- Les amortisseurs, s'ils n'ont pas été mis à sec,
- Les pièces à base d'amiante,
- Les pièces contenant du mercure (dans la mesure du possible),
- Les matières externes au véhicule telles que les déchets ménagers,
- Les catalyseurs,
- Les jantes en aluminium,
- Les vitres avant, arrière et latérales ainsi que les toits en verre,
- Les pneumatiques et les masses d'équilibrage de roues,
- Les grandes pièces en plastique,
- Les pièces métalliques en cuivre, en aluminium et contenant du magnésium.

Les quantités de pièces démontées dépendent de l'âge et de l'état (par ex. voitures accidentées) du véhicule hors d'usage et de la rentabilité qui en découle.

Figure 2: Schéma de fonctionnement d'une installation de démontage des véhicules hors d'usage.



<p>MODALITÉS ET STRATÉGIES DE TRAITEMENT APPROPRIÉES ET RECOMMANDÉES</p> <p>- Suite -</p>	<p>La mise à sec adéquate et le démontage sont suivis par le concassage de la carrosserie au broyeur. Les fractions générées (entre autres les métaux ferreux, non ferreux, les fractions de broyage légères et lourdes) font ensuite l'objet d'une opération de récupération. Les matériaux pour lesquels il n'existe pas de marché et qui ne peuvent pas être traités du point de vue économique et environnemental seront rejetés de manière sécurisée, avec la priorité donnée aux techniques de valorisation ou de traitement thermique [voir fiches techniques « Incinération »]. De manière générale, il faudra éviter une mise en décharge des déchets extraits sans autre traitement pour des raisons liées à la préservation des ressources et à la protection de l'environnement.</p> <p>Les installations de démontage et de recyclage des véhicules hors d'usage doivent satisfaire à certaines contraintes environnementales et être en possession d'une homologation qui en donne l'attestation, étant donné qu'un stockage et une mise à sec des véhicules hors d'usage qui ont été exécutés incorrectement se traduisent par une contamination des sols et des eaux.</p> <p>Les entreprises de démontage des véhicules hors d'usage seront obligées en outre de tenir une documentation sur la quantité et la destination des matériaux et des déchets, ainsi qu'une comptabilité sur les composants revalorisés, récupérés et éliminés, afin de retracer le parcours d'un recyclage et de prouver que celui-ci a été réalisé dans les règles de l'art.</p>
<p>POSSIBILITÉS ET PROCÉDURS DISPONIBLES DE RECYCLAGE</p>	<p>Dans le cadre général du démontage des véhicules hors d'usage, le prélèvement et la commercialisation des pièces de rechange occupent une place importante du fait qu'ils donnent une grande partie du produit pour le financement du recyclage. Les acquéreurs de ces pièces sont des particuliers et des professionnels de l'automobile.</p> <p>Les plastiques représentent une partie non négligeable et toujours plus importante au niveau du démontage des véhicules hors d'usage. Les grosses pièces en plastique, comme l'habillage du tableau de bord par exemple, doivent être démontées et faire l'objet d'un recyclage de haute qualité sur la base des conditions-cadre économiques et de la demande de recyclats plastiques présente sur le marché.</p> <p>Les carcasses de ferraille mises à sec et démontées sont transférées pour un traitement mécanique complémentaire. Les installations de broyage équipées soit de broyeurs de type Zerditor, de moulins, de broyeurs, soit de broyeurs de type Konditor, broient les carcasses de ferraille et les séparent dans des opérations ultérieures (entre autres à l'aide de séparateurs de métaux, d'installations de flottation-décantation, de séparateurs à air) en fractions suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Métaux ferreux (ferraille broyée), - Métaux non ferreux, - Fraction de broyage lourde et - Fraction de broyage légère <p>Les métaux ferreux et non ferreux peuvent être réintroduits dans la production, permettant la substitution des matières premières primaires. Les fractions légères et lourdes produites peuvent être ensuite acheminées vers des installations de post-broyage en vue d'un traitement mécanique supplémentaire afin de générer les métaux qui y sont encore contenus. Le traitement supplémentaire des fractions de broyage permet de réaliser, le cas échéant, des recettes relativement élevées, bien que la teneur en métaux soit plus faible, grâce aux prix spécifiques des métaux. La tendance du secteur automobile notamment à la miniaturisation des composants électroniques (par ex. des câbles de données extrêmement fins ou des petits moteurs électriques) et l'enrichissement croissant des métaux haut de gamme, spécifiquement dans les fractions de broyage légères pour un poids réduit (capacité accrue des poussières à former nuage) favorisent un traitement mécanique supplémentaire¹.</p>

¹ EUWID Recycling und Entsorgung, Remine : Nouvelle filiale TSR trie les matériaux en FLB, édition 46.2014, S. 8, Gernsbach, 2014

	<p>Les fractions de broyage légères et lourdes se caractérisent aussi par leur pouvoir calorifique élevé (entre autres par la part de plastiques, le caoutchouc) qui permet leur recyclage dans des procédés thermiques (voir fiche technique « <u>Co-incinération industrielle</u> »).</p> <p>Il existe de nombreuses possibilités de recyclage et d'utilisation des pneumatiques de voitures (voir fiche technique « <u>Pneumatiques usés</u> »).</p>
<p>RÉFÉRENCES, OPÉRATEURS ET FABRICANTS</p> <p><i>(Important : La liste d'établissements qui suit n'est nullement exhaustive.)</i></p>	<p>En 2015, l'Allemagne compte 51 installations de broyage et environ 1300 entreprises de démontage de véhicules hors d'usage.</p> <p>Dans le domaine des technologies de post-broyage, des travaux de recherche menés, entre autres, également à la demande de l'industrie mobile sont destinés à optimiser le recyclage des matières valorisables issues des fractions de broyage (légères, lourdes). Exploitants utilisant déjà les technologies de post-broyage :</p> <ul style="list-style-type: none"> - TSR Recycling www.tsr.eu - Scholz Recycling GmbH/ SRW metalfloat GmbH Espenhain www.scholz-recycling.de - ISR Itzehoer Schrott und Recycling GmbH & Co. KG www.isr-itzehoe.de
REMARQUES ET AUTRE DOCUMENTATION DE RÉFÉRENCE	
<p>Les informations sur les entreprises de démontage reconnues et contrôlées par des experts, les installations de broyage et autres installations destinées au traitement des véhicules hors d'usage font l'objet d'un enregistrement centralisé par la Centrale de Dépôt des VHU « Gemeinsame Stelle » (GESA) pour l'ensemble de la République fédérale d'Allemagne ; celles-ci sont tenues à la disposition du public et des autorités fédérales.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gemeinsame Stelle Altfahrzeuge (Centrale de Dépôt des VHU) www.altfahrzeugstelle.de 	

PNEUMATIQUES USÉS

IMPORTANCE DU FLUX DE DÉCHETS:

- Produits ou composants de déchets dont le volume, et en partie les substances dangereuses et autres propriétés (par ex. résistance au feu), doivent être considérés comme critiques pour l'environnement ou prévus pour une collecte sélective et un traitement séparé en vue d'exploiter également leur grand potentiel de valorisation.

COMPOSITION ET PRINCIPAUX COMPOSANTS

Les pneumatiques sont composés d'une structure de base (carcasse) et de la bande d'usure ou bande de roulement. En général, la carcasse est composée de nappes de fil textile superposées sous une enveloppe de caoutchouc, faite principalement de rayonne et de nylon, et de nappes d'armature en fils de fer, particulièrement développée sur les pneumatiques de poids lourds.

Compte tenu des différentes formulations des fabricants, qui sont tenues secrètes pour beaucoup, il n'est pas possible de donner des informations sur la composition chimique des additifs des pneumatiques. Toutefois, il est possible de retenir à titre d'orientation les composants suivants :

Tableau 4: Composition des pneumatiques usés

Tissu		D'après BUWAL ² % en poids	D'après LfU ³ % en poids			
			Voitures particulières	Utilitaires légers ⁴	Poids lourds	Moyenne
Polymères d'hydrocarbures	Caoutchouc naturel	47,0	21	19	31	24
	Caoutchouc synthétique		24	23	14	21
Noir de carbone		21,5	28 ⁵	26 ¹	21 ¹	26 ¹
Acier		16,5	12	18	24	16
Tissu		5,5	4	4	1	3
Oxyde de zinc		1,0	11	10	9	10
Soufre		1,0				
Divers		7,5				

Tableau 5: Composition chimique des pneus usés

Eléments et liaisons chimiques	BUWAL ¹	Vest ⁵	Eléments et liaisons chimiques	BUWAL ¹	Vest ⁶
Carbone	Env. 70 %	70–75 %	Acide stéarique	0,3 %	3,5–5%
Fer (iron)	16 %	13–15 %	Halogène	0,1 %	
Hydrogène (hydrogen)	7 %	6–7 %	Composés cuivrés	200 mg/kg	
Oxygène	4 %	3,5–5 %	Chrome	90 mg/kg	
Souffre (sulphur)	1 %	1,3–1,7 %	Nickel	80 mg/kg	
Oxyde de zin (Zinkoxide)	1%	1,2–2,0 %	Plomb	50 mg/kg	
Azote	0,5 %	3,5–5 %	Cadmium	10 mg/kg	

La quantité de déchets de pneumatiques émise dans les limites des Communautés européennes élargies est de ~ 3.2 millions Mg/a, soit un pneumatique par an et par personne, correspondant à la moyenne des pays industrialisés.

² Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (Office fédéral de l'environnement, des forêts et des sites) : Aide à l'exécution concernant le stockage, le traitement et le recyclage des pneumatiques usés - Fiche Pneumatiques usés, disponible sur BiCon AG: Altreifen Entsorgung – Was ist ökologisch sinnvoll?

<p>BASES JURIDIQUES ET DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE S'APPLIQUANT EN EUROPE</p>	<p>Les pneumatiques usés représentent une partie conséquente des véhicules hors d'usage et tombent en Europe sous le coup de la Directive <u>2000/53/EC</u> relative aux véhicules hors d'usage, en particulier des prescriptions et des buts que celle-ci définit pour la collecte, le recyclage et la réutilisation. Les pneus usagés collectés séparément des véhicules hors d'usage relèvent de la <u>directive-cadre relative aux déchets</u>. De plus, les pneumatiques usés ne peuvent pas être mis en décharge et sont soumis à diverses restrictions au titre de la Directive <u>1999/31/EC</u> concernant la mise en décharge des déchets.</p> <p>Les mesures législatives des <u>règlements de la CEE-ONU</u> (Commission économique des Nations unies pour l'Europe) régissent le rechapage des pneumatiques usés pour</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pneumatiques des véhicules particuliers : <u>règlement CEE-ONU no 108</u> - Pneumatiques des poids lourds : <u>règlement CEE-ONU no 109</u>
<p>EXIGENCES FONDAMENTALES ET BASES DE LA MAÎTRISE DES DÉCHETS</p>	<p>Les pneumatiques usés constituent l'une des grandes préoccupations au niveau de la maîtrise des déchets. À cet égard, le facteur déterminant est en particulier l'existence des diverses réglementations en Europe rendant nécessaires l'organisation de la collecte séparée et du traitement, et de toute une série de prescriptions sur ces déchets. Les pneumatiques usés constituent un courant de déchets séparé dont les règles fixées interdisent la mise en décharge des pneumatiques usagés entiers ou déchiquetés. Il reste, néanmoins, des possibilités de réutilisation, par exemple pour habiller les barrières de sécurité.</p> <p>La mise en décharge des pneumatiques usés ne constitue généralement pas une possibilité recommandée. Elle est interdite dans de nombreux pays, en particulier dans toute l'Union Européenne. Les pneumatiques usés font courir le risque de graves pollutions par incendie. Par ailleurs, les composants et la teneur en énergie des matériaux resteraient inexploités.</p>
<p>VOIES ET STRATÉGIES DE COLLECTE APPROPRIÉES ET RECOMMANDÉES</p>	<p>Le moyen le plus efficace de collecter les déchets consiste à intervenir aux points d'émission, c'est-à-dire pour la plupart de ces déchets, auprès des revendeurs de pneumatiques et de voitures, des garages, des services de dépannage, des stations-services, des entreprises ayant un grand parc automobile (par exemple les entreprises de transports publics) et enfin des fournisseurs de pneumatiques. La reprise peut y être organisée par remise volontaire des usagers ou par un système de collecte dans le cadre de la responsabilité du fait du produit. Pour rendre la collecte aussi exhaustive que possible, il faut également mettre en place des offres spéciales de ramassage des déchets encombrants en provenance des ménages et sous forme de déchèteries.</p> <p>Les sociétés de traitement des déchets agréées procèdent en premier lieu à un tri après avoir pris en charge les pneumatiques usés. Les pneumatiques usés sont classés en trois catégories :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>Pneumatiques à bande de roulement sculptée</u> : Pneumatiques pouvant toujours être utilisés, ne présentant pas de dommage majeur et ayant une profondeur de sculpture suffisante (au moins 1,6 mm pour l'Union Européenne). Ils peuvent toujours servir pour la circulation automobile.

(Recyclage des pneus usés - Quel est le choix écologiquement judicieux ?) http://www.bicon-ag.com/gutachten-uvp/VCS_Altreifen_BiCon_2003.pdf, Dernier accès le 26.08.2015

³ Office régional de protection de l'environnement Bade-Wurtemberg : op. cit., p. 88. Recyclage des pneumatiques usés au Bade-Wurtemberg, 03/2002, http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/11081/entsorgung_altreifen.pdf?command=downloadContent&filename=entsorgung_altreifen.pdf, dernier accès le 26.08.2015

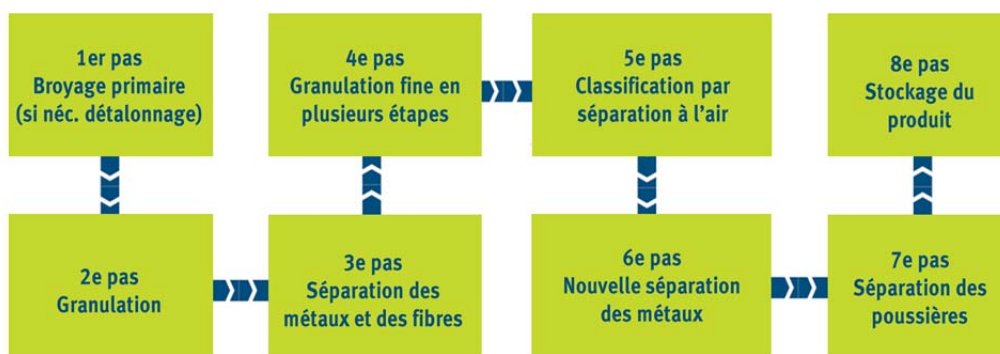
⁴ Utilitaires légers

⁵ Suie et charges actives

⁶ Vest, H.: Recycling of Used Car Tyres, Technical Information W13e, www.gate-international.org/documents/techbriefs/webdocs/pdfs/w13e_2000.pdf, abgerufen am 26.08.2015

	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Carcasses</u> Les pneumatiques de moins de 6 ans, dont la carcasse et tout particulièrement les flancs ne sont pas endommagés, peuvent être rechapés. - <u>Pneumatiques rebutés</u> qui ne peuvent ni être réutilisés ni rechapés.
<p>POSSIBILITÉS ET PROCÉDURES DISPONIBLES DE RECYCLAGE</p>	<p><u>Réutilisation</u> Les pneumatiques à bande de roulement sculptée sont seuls à pouvoir être réutilisés. Il existe pour ces pneumatiques une forte demande de la part des pays dans lesquels les exigences et les normes d'utilisation sont moins sévères. Les possibilités de réutilisation sont nombreuses :</p> <ul style="list-style-type: none"> - dans l'agriculture pour stabiliser les déchets de compostage en tas, - sur les installations portuaires comme protection contre les collisions, - en architecture paysagère comme protection contre l'érosion pour les barrières et les profils en déclivité, <p>Pour toutes ces possibilités, on met à profit la longue durée de vie et les bonnes caractéristiques d'élasticité des pneumatiques.</p>
<p>POSSIBILITÉS ET PROCÉDURES DISPONIBLES DE RECYCLAGE</p> <p>- Suite -</p>	<p><u>Rechapage</u> Seuls les pneumatiques présentant une carcasse intacte peuvent être rechapés. Les exigences et dispositions relatives au rechapage des pneumatiques des véhicules particuliers et des poids lourds sont fixées dans les règlements CEE-NO n°<u>108</u> et <u>109</u>. Celles-ci définissent des techniques de contrôle et de mesure spéciales pour avoir la certitude que seuls les pneumatiques intacts seront rechapés. On prélève la bande de roulement sur la carcasse intacte et elle est entièrement remplacée par une bande neuve. Il existe deux procédés de remplacement :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Procédé de rechapage à chaud - Procédé de rechapage à froid <p>Le rechapage fait intervenir 2 à 3 kg de masse caoutchouc pour la bande de roulement des voitures particulières et 16 à 20 kg pour les pneumatiques de poids lourds. La consommation énergétique du rechapage est d'environ 30% de la fabrication des pneumatiques neufs.</p> <p><u>Valorisation des matériaux</u> À côté du rechapage, une procédure possible de mise en valeur est la fabrication de granulés et de poudrette de caoutchouc. Les procédures en question sont les suivantes :</p> <p><i>Granulation</i> Dans un premier temps, les pneumatiques passent au broyage pour être détalonnés. Cette phase est particulièrement importante pour les pneumatiques de poids lourds renforcés par des talons d'acier épais (jusqu'à 25 mm), risquant de provoquer une forte usure des outillages intervenant ensuite. Une technique baptisée « debeader » a été conçue spécialement à cet effet. Elle consiste à tirer les deux talons sur une installation hydraulique et à prélever les flancs.</p> <p><i>Broyage primaire</i> Ensuite, les pneumatiques détalonnés passent par un premier broyage qui les amène à une granulométrie de 50–150 mm. On utilise presque exclusivement à cette fin des broyeurs à deux arbres tournant lentement. Pour obtenir la granulométrie homogène souhaitée, les morceaux de pneumatiques passent au crible et le refus retourne au broyage. Pour cette seconde phase, on utilise des cribles à tambour, des cribles à disque et des tamis oscillants. Le broyage intervenant ensuite est réalisé selon deux procédés.</p> <p><i>Broyage à chaud</i> Le broyage à chaud, également appelé broyage à température ambiante, consiste à refroidir les broyeurs pour éliminer la chaleur de broyage. Ce procédé donne une granulométrie jusqu'à 800 µm.</p>

Figure 3: Principales étapes du procédé de broyage à chaud



Broyage à froid

Le broyage à froid consiste à refroidir les morceaux de pneumatiques à une température de -100 °C par injection d'azote liquide. Les particules que l'on obtient alors ont une surface lisse, si bien que le mélange est plus difficile que pour les particules provenant du broyage à chaud. On obtient aussi des particules de plus grande taille, augmentant les possibilités d'utilisation des granulés et de la poudrette de caoutchouc.

POSSIBILITÉS ET PROCÉDURES DISPONIBLES DE RECYCLAGE

- Suite -

Figure 4: Principales étapes du procédé de broyage à froid



Pour les deux procédés, on utilise des broyeurs spécialement aménagés pour obtenir les granulés de caoutchouc.

Les granulés et la poudrette ainsi obtenus peuvent être utilisés pour la fabrication de nouveaux pneumatiques. Pour des raisons de sécurité, les quantités ainsi injectées sont limitées, par exemple à 1,5 %-poids en Allemagne. Par contre, des taux plus élevés peuvent être utilisés pour les produits qui ne sont pas soumis à des restrictions strictes pour leurs caractéristiques physiques et chimiques (revêtements de sol, dos de tapis et moquette, sols de salles de sport, traverses de rails).

Dévilcanisation et dépolymérisation

Après broyage, les particules de caoutchouc sont dévilcanisées, principalement selon la technique de dévilcanisation mécanique. Ce procédé consiste à soumettre le caoutchouc usé à un traitement mécanique intense destiné principalement à rompre les liaisons du soufre.

Le procédé FORMEX est une nouvelle technique de dépolymérisation dont la procédure est menée de manière à prévenir la formation de polluants. La suie FORMEX (FORMEX CARBON BLACK®) ainsi obtenue peut être utilisée pour la fabrication de caoutchouc. Ce procédé consiste lui aussi à passer les pneumatiques usés au broyeur dans un premier temps. Un système de sas dirige le matériau broyé vers le réacteur après dosage. L'installation est conçue de telle manière que la réaction a lieu sans oxygène. La dépolymérisation est effectuée dans un bain d'étain liquide à une température inférieure à 500 °C. Cette température relativement basse garantit une durée de passage constant des solides dans la zone de réaction. La réaction donne des gaz et des huiles stockées séparément dans des réservoirs. Les produits solides passent par une phase de traitement.

	<p>Les câbles métalliques des pneumatiques sont prélevés par un séparateur magnétique, tandis que les parties textiles sont prélevées sur un tamis à plateau oscillant. Le mélange de suie et de particules solides est réduit à une granulométrie inférieure à 40 µm. Ce procédé permet de récupérer 99 % des produits de recyclage.</p> <p><i>Utilisation des granulés</i></p> <p>Les granulés de caoutchouc sont réutilisés en fabrication des pneumatiques, dans les cultures horticoles, en aménagement paysager et en construction routière. Les granulés de caoutchouc sont réutilisés en fabrication des pneumatiques, dans les cultures horticoles, en aménagement paysager et en construction routière. Il suffit d'injecter une proportion déterminée de granulés de caoutchouc dans le mélange normal d'asphalte. Les granulés de caoutchouc servent aussi pour contrarier le compactage du sol (mêlé à un taux de 10 à 15 %). On les utilise pour les sols de terrains de football, les terrains de golf et les parcs publics. Les granulés de caoutchouc sont absolument inoffensifs et ne dégagent aucune émission. On confectionne à partir des granulés de caoutchouc ou de la fine poudrette de caoutchouc des tapis en caoutchouc pour le génie civil et le bâtiment (isolation acoustique et anti-vibratoire), les transports (arrimage du chargement), dans la construction de voies ferrées (réduction des vibrations) ou les infrastructures sportives (<u>sols sportifs</u>). Les granulés de caoutchouc sont aussi des liants excellents des huiles et sont utilisés à ce titre pour la lutte contre la pollution des voies de circulation et des eaux. Ils ont pour avantage de flotter à la surface avec le produit lié, de lier uniquement les huiles à l'exclusion de l'eau, et de brûler facilement.</p>
<p>VOIES ET STRATÉGIES D'UTILISATION APPROPRIÉES ET RECOMMANDÉES</p>	<p><u>Utilisation thermique</u></p> <p>Les pneumatiques usés ont un pouvoir calorifique (Hu) de 26 à 32 MJ / tonne et constituent donc un très bon combustible de substitution. Ils sont utilisés dans les cimenteries, les papeteries et les centrales thermiques (voir aussi « <u>Co-incinération industrielle</u> »). En Europe et dans de nombreux pays extérieurs au continent, le traitement thermique est actuellement l'une des méthodes les plus répandues pour l'élimination des pneumatiques usés. Il est possible de brûler les pneumatiques usés aux trois étages de calcination dans les cimenteries (calcinateur, combustion secondaire et primaire), toutefois les plus grandes quantités sont utilisées en combustion secondaire où ils peuvent être injectés à l'état brut, sans broyage, et où ils donnent en plus de la chaleur une matière première utilisable. Cette technique constitue donc à la fois un traitement thermique et une conversion. L'acier contenu dans les pneumatiques complète le fer du matériau brut, le zinc et le soufre oxydant pour se lier au ciment. Il est également possible d'injecter des pneumatiques dans la combustion des centrales thermiques mais ils doivent être broyés préalablement et cette procédure lourde en fait dans bien des cas une technique non rentable.</p>
<p>RÉFÉRENCES, OPÉRATEURS ET FABRICANTS</p> <p><i>(Important : La liste d'établissements qui suit n'est nullement exhaustive.)</i></p>	<p>Il existe en Allemagne plusieurs installations de retraitement, de recyclage et de <u>rechapage</u> des pneumatiques usés. Les procédés qui ont été mentionnés, en particulier la fabrication des granulés, sont largement répandus pour diverses fabrications.</p> <p><u>Fabricants d'installation :</u> ANDRITZ MeWa, Gechingen www.andritz.com/index/locations</p> <p><u>Production de granulés caoutchouc :</u> Genan GmbH, Oranienburg www.genan.de / www.genan.eu</p> <p><u>Fabrication de tapis :</u> Kraiburg Holding GmbH & Co. KG www.kraiburg.de</p> <p>Plusieurs fabricants et opérateurs proposent les techniques et les équipements nécessaires, en particulier :</p> <p><u>Technique de broyage :</u> HERBOLD, Meckesheim www.herbold.com EuRec Technology GmbH, Merkers www.eurec-technology.com</p> <p><u>Procédé FORMEX :</u> Berliner-Oberspree Sondermaschinenbau BOS GmbH, Berlin www.bos-berlin.de</p>

HUILE USÉE

IMPORTANCE DU FLUX DE DÉCHETS :

- La collecte des huiles usées doivent être collectés séparément en raison de leur effet néfaste pour le sol et récupérés.

COMPOSITION ET PRINCIPAUX COMPOSANTS

Le tableau ci-dessous donne la composition approximative de l'huile usée ⁷:

Tableau 6: Composition de l'huile usée

Groupe de substances	Taux
Huile de base	60 – 70 %
Gazole	10 – 15 %
Additifs ²	7 – 15 %
L'eau	0 – 10 % ¹
Produits d'oxydation ³	4 – 8 %
Faible fraction combustible	1 – 6 %
Taux de corps étrangers solides ⁴	1 – 3 %
Bright stock	0 – 5 %

1 – Dans certains cas supérieure à 50 %

2 – y compris les produits de dégradation

3 – Produits inverses d'oxydation, en partie aromatiques

4 – Particules de poussière, suie, résines d'un diamètre supérieur à 2 mm.

C'est principalement la concentration de métaux lourds et de composés dans les huiles usées qui importe car ils doivent être éliminés par traitement de l'huile pour donner un lubrifiant, un matériau brut de l'industrie chimique ou un additif de carburant. La combustion des huiles usées provoque un enrichissement des métaux lourds par combinaison sous forme de poussière dans les gaz de fumée. Les métaux lourds se présentent sous de nombreuses formes dans les huiles usées, en fonction principalement des modalités de distillation de l'huile, de la technologie de combustion sur les moteurs automobiles, de la technique de conduite de l'automobiliste et des procédures d'analyse.

BASES JURIDIQUES ET DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE VALABLES EN EUROPE

Afin de garantir l'utilisation sécuritaire des huiles usées, la Directive-cadre sur les déchets 2008/98/EU s'applique et espace judiciaire de l'Union européenne en vue d'une exploitation de toutes les ressources dans le cadre général de la réglementation actuelle

EXIGENCES FONDAMENTALES ET BASES DE LA MAÎTRISE DES DÉCHETS

La gestion des huiles usagées doit être conforme à l'ordre de priorité de la hiérarchie des déchets (la prévention, la préparation en vue de la réutilisation, le recyclage et autre valorisation, élimination), la priorité étant accordée aux solutions produisant le meilleur résultat global sur le plan de l'environnement (directive-cadre sur les déchets, (44)). À défaut de possibilité de traitement ou de valorisation, il conviendra de choisir entre les méthodes d'incinération ou de mise en décharge. Il est toujours essentiel de procéder à la collecte séparée des huiles usagées pour assurer une gestion convenable de ces déchets et pour éviter que leur élimination inappropriée ne nuise à l'environnement (directive-cadre sur les déchets, (44)).

Il est en particulier strictement interdit :

- de rejeter les huiles usées dans les eaux de surface et les eaux vives, dans les eaux souterraines, les eaux territoriales et les systèmes de drainage,

⁷ Tableau de : Möller, U. J.: Altölentsorgung durch Verwertung und Beseitigung, Band 253, expert verlag, ISBN 3-8169-2250-3, Renningen 2004 (Recyclage des huiles usées par valorisation et élimination, tome 253)

	<ul style="list-style-type: none"> - de rejeter les huiles usées et de laisser s'échapper une partie de celles-ci dans le sol, de stocker les résidus de traitement des huiles usées sans contrôle de suivi, - de traiter les huiles usées qui entraîne une pollution incontrôlée et élevée de l'atmosphère. <p>Recommandations à cette fin :</p> <ul style="list-style-type: none"> - toutes les entreprises qui collectent les huiles usées seront enregistrées et contrôlées par les organismes nationaux compétents, si possible en vertu d'une procédure d'homologation ; - Toutes les entreprises éliminant les huiles usées doivent être en possession d'une autorisation. <p>Il est interdit de mélanger les huiles usées aux polychlorobiphényles et polychloroterphényles (PCB et PCT) et avec des déchets toxiques ou dangereux. Toutes les huiles contaminées par des PCB, PCT, par des produits toxiques ou dangereux, doivent être immédiatement dénaturées et éliminées, sans exception.</p>
<p>VOIES ET STRATÉGIES DE COLLECTE APPROPRIÉES ET RECOMMANDÉES</p>	<p>Les systèmes de reprise constituent, dans la pratique, le mode de collecte et de récupération des huiles usées le plus efficace et le plus répandu. La collecte des huiles usées des utilisateurs par les points de vente, les garages et les stations-service, eux-mêmes vendeurs d'huile, est à cet égard la technique la plus facile. Dans certains pays, les huiles usées sont collectées dans des récipients mis à la disposition du public.</p> <p>Pour les utilisateurs industriels et commerciaux, le système le plus répandu consiste à conclure des contrats de prise en charge avec les entreprises spécialisées dans le recyclage.</p> <p>En Europe, le transport des huiles usées doit satisfaire aux prescriptions de l'Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route (ADR, <u>2008/68/CE</u>).</p>
<p>MODALITÉS ET STRATÉGIES DE TRAITEMENT APPROPRIÉES ET RECOMMANDÉES</p>	<p>Les huiles peuvent être utilisées par transformation ou combustion pour obtenir de la chaleur.</p> <p>Les huiles usées utilisées en recyclage thermique sont utilisées comme combustibles de substitution, entre autres, dans les fours de cimenteries, les fours de fonderies, les fours de calcination donnant la valeur et l'électricité (voir fiche technique « <u>Co-incinération industrielle</u> »). Elles peuvent aussi être dirigées vers une installation de combustion en lit fluidisé. (Voir fiche technique « <u>Combustion en lit fluidisé</u> »).</p> <p>Avant d'être utilisée comme combustible, l'huile usée est soumise à un traitement de base pour en retirer l'eau et les solides.</p> <p>La récupération des produits est possible selon diverses techniques que nous présentons ici succinctement.</p> <p>- <u>Réutilisation</u> :</p> <p>Il existe deux techniques pour obtenir des lubrifiants industriels propres aux utilisations.</p> <p><i>Le lavage</i> : Cette technique consiste à traiter les huiles en circuit fermé. Il s'agit principalement des huiles hydrauliques et des huiles de coupe usées. Elles sont privées des substances solides par filtration, suivie d'un prélèvement de l'eau et de l'adjonction d'additifs restituant à l'huile ses propriétés d'origine.</p> <p><i>Récupération</i> : Il s'agit d'une technique de recyclage particulièrement bien adaptée pour les huiles hydrauliques usées, consistant à les soumettre à centrifugation pour obtenir l'huile de démoulage et l'huile de base pour la fabrication d'huile de chaîne de scie.</p> <p>- <u>Régénération par réextraction</u> :</p> <p>Cette technique consiste à obtenir une huile de base après double raffinage. Bien qu'elle soit onéreuse et délicate, cette procédure donne une huile d'une très bonne qualité.</p>

Les technologies les mieux adaptées à cette fin sont les suivantes :

- technique acide - argile
- distillation et traitement chimique ou aspiration sur solution
- désasphaltage au propane
- vaporisation en couches fines et traitement à l'eau
- désasphaltage thermique
- vaporisation en couches fines et recyclage par raffinage du lubrifiant.

Le premier étage de traitement est constitué par l'élimination des polluants dans l'huile usée (saletés, eau, carburant et additifs) par distillation sous vide. Ensuite intervient un traitement à l'eau pour éliminer les résidus chimiques. Enfin, des additifs frais sont injectés dans l'huile de base pour obtenir le lubrifiant. Les principales opérations se retrouvant dans toutes ces techniques sont les suivantes :

- **Déshydratation et décharge** : Séparation de l'eau et des composants organiques de faible poids moléculaire tels que le méthane, le propane et les carburants en traces (naphte, etc.), par gravimétrie en séparateur, en bassin de décantation et sur séparateur à plaques ; il est aussi possible d'utiliser la centrifugation et la distillation. Il s'agit là d'un traitement primaire qui ne doit pas être confondu avec un recyclage direct puisque l'on n'obtient pas de produit et que l'on ne parvient pas à l'étape finale du recyclage.
- **Désasphaltage** : Elimination des résidus d'asphalte (métaux lourds, polymères, additifs, autres produits de dégradation) par distillation et adjonction d'acides.
- **Fractionnement** : Séparation des composants de l'huile de base en portant le mélange aux différentes températures d'ébullition des composants pour obtenir deux ou trois fractions de distillation.
- **Finissage** : Purification finale des différentes fractions pour établir les caractéristiques spécifiques du produit. Cette étape comporte aussi l'élimination des hydrocarbures aromatiques polycycliques par finissage massif à l'eau (sous température élevée et forte pression) ou par extraction des parties solubles (à basse température et faible pression).

L'huile usée peut être soumise indéfiniment à réextraction ; elle donne une huile satisfaisant aux mêmes critères de qualité et de performances que les huiles fraîches, avec toutefois des restrictions en ce qui concerne la densité élevée de l'huile et une qualité constante obtenues par hydrogénation sous haute pression. La régénération induit des déchets. Les composants les plus légers peuvent servir de composants de distillats moyens. Les résidus plus lourds contiennent des additifs et des composants hydrocarburés pouvant servir d'additifs de malaxage dans la fabrication de l'asphalte qui sera ensuite lié à d'autres produits de dégradation, par exemple le revêtement routier.

Craquage thermique

Le craquage thermique consiste à diviser à haute température les longues chaînes de molécules d'hydrocarbures en chaînes courtes, de manière à obtenir une fraction légère de carburants en phase liquide. De cette manière, les hydrocarbures de poids moléculaire élevé et peu intéressants sur le plan énergétique donnent des produits liquides de bonne tenue.

Il existe plusieurs techniques de craquage des huiles usées destinées à transformer l'huile en huile légère, en composants de distillats moyens, en fioul lourd et en composants, en essences spéciales et lubrifiants. Après séparation de l'eau, une grande partie des métaux lourds se déposent par décantation dans les boues ou précipitent par traitement aux acides avant le craquage proprement dit. Le craquage de l'huile usée a lieu par traitement thermique à une température de 420 °C et sous basse pression (sans catalyseur). En fonction de l'intensité du craquage, on obtient des composants légers ou lourds pouvant être mélangé au Diesel (Diesel étendu). Le craquage thermique a un rendement de 71 % pour un taux de déshydratation de 95 %, pour un craquage thermique de 90 %, une distillation de 83 % et une purification - stabilisation de 99,5 %.

Cette technique a pour grand inconvénient de mobiliser de grandes ressources énergétiques, d'être compliquée et d'induire des coûts élevés.

<p>PRINCIPAUX FACTEURS INTERVENANT AU NIVEAU DE LA FAISABILITÉ</p>	<p>La faisabilité du recyclage des huiles usées dépend principalement des facteurs tels que le bilan des ressources à l'échelon local, la pénurie de matières premières, la disponibilité des techniques et des installations, le niveau général des prix et des mécanismes d'aides financières au recyclage (prélèvement d'une taxe sur le ramassage des huiles usées, subvention de la régénération, etc.).</p>
<p>RÉFÉRENCES, OPÉRATEURS ET FABRICANTS</p> <p><i>(Important : La liste d'établissements qui suit n'est nullement exhaustive.)</i></p>	<p>Sélection d'établissements et d'opérateurs spécialisés dans le traitement des huiles usées en Allemagne.</p> <ul style="list-style-type: none"> - BAUFELD-OEL GmbH, Munich www.baufeld.de - SÜDÖL Mineralöl-Raffinerie GmbH, Eisingen www.suedoel.de - AVISTA OIL AG, Uetze www.avista-oil.com - Starke & Sohn GmbH, Niebüll www.starkeundsohn.de - PURABLUBE GmbH, Zeitz www.puraglobe.com <p>La fédération professionnelle allemande des huiles usées - Bundesverband Altöl e.V. (BVA) – fournit toutes les informations utiles sur le recyclage, les technologies et les opérateurs intervenant dans le secteur des huiles usées à l'adresse suivante :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bundesverband Altöl e.V. (BVA) www.bva-altoelrecycling.de

PILES ET BATTERIES USÉES

IMPORTANCE DU FLUX DE DÉCHETS

Produits et composants des déchets qui, de par leurs substances dangereuses, sont particulièrement critiques pour l'environnement et doivent donc être soumis à un ramassage et un traitement séparés. L'UE a formulé dans une directive autonome des conditions spécifiques concernant la collecte, le traitement et le recyclage de ce flux de déchets et réglementé l'exercice de la responsabilité des producteurs.

COMPOSITION ET PRINCIPAUX COMPOSANTS

On fait une distinction entre les piles primaires (à usage unique) et les piles secondaires (à usage multiple par recharge), en notant que de nombreuses procédures de fonctionnement électrochimique sont établies sur le marché. Le tableau 1 montre les types de pile actuellement d'usage, dont leur composition et leurs caractéristiques.

Tableau 7: Composition et caractéristiques des différents types de piles ⁸

Type de pile	Système chimique	Principaux composants	Capacité (mAh)	Tension nominale	Durée de vie
Pile (piles primaires)	Alcalines au manganèse (AlMn)	Bioxyde de manganèse Fer Zinc	~ 2.800	1,5 V	1 cycle
	Carbone-zinc (ZnC)	Bioxyde de manganèse Fer Zinc	~ 1.200	1,5 V	1 cycle
	Lithium (Li)	Fer Bioxyde de manganèse Nickel Lithium	~ 3.000	1,5 V	1 cycle
Batteries (batteries secondaires)	Batterie au lithium-ion (entre autres avec Li-NMC, Li-NCA, Li-LFP comme matériau cathodique)	Graphite Cobalt Nickel Manganèse Lithium	~ 2.400	3,6 V	Jusqu'à 1000 cycles
	Accumulateur nickel-métal-hydrure (NiMH)	Nickel Fer Terres rares	~ 2.200	1,2 V	Jusqu'à 1000 cycles
	Accumulateur nickel-métal-hydrure LSD (NiMH LSD)	Nickel Fer Terres rares	~ 2.000	1,2 V	Jusqu'à 1000 cycles
	Batterie au nickel-cadmium* (NiCd)	Fer Cadmium Nickel	~ 600	1,2 V	Jusqu'à 1 500 cycles
	Batterie alcaline au manganèse rechargeable (RAM)	Zinc Manganèse	~ 1.800	1,5 V	Min. 25 cycles

La part des piles et des batteries contenant du mercure diminue constamment sur le marché et, depuis 2015, la mise sur le marché de tout type de pile contenant plus de 0,0005 % poids de mercure est interdite. Mais elles sont encore utilisées/en circulation et resteront l'une des préoccupations de la maîtrise des déchets dans les années qui viennent. L'Allemagne a recyclé au cours de ces dernières années environ 1,5 tonne de mercure par an provenant des piles boutons et des mélanges de piles. Des recommandations plaident pour l'utilisation d'accumulateurs au lithium-ion en tant que variante énergétique plus efficace dans le domaine des piles et des batteries.

⁸ Petrikowski, Kohlmeyer, Jung, Steingrübner, Leuthold : Guide - Piles et batteries usées, Office fédéral de l'environnement (éditeur), 2012

<p>BASES JURIDIQUES ET DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE VALABLES EN EUROPE</p>	<p>La Directive 2006/66/EG du 6 septembre 2006 abrogeant la directive 91/157/CEE relative aux piles et accumulateurs ainsi qu'aux déchets de piles et d'accumulateurs fixe le cadre général de la maîtrise des déchets.</p>
<p>EXIGENCES FONDAMENTALES ET BASES DE LA MAÎTRISE DES DÉCHETS</p>	<p>Comme le précise la Directive, la maîtrise des déchets de piles et de batteries d'accumulateurs suppose le respect de conditions spécifiques pour la mise en circulation des piles et des batteries, pour la récupération des piles et batteries usées.</p> <p><u>Mise en circulation :</u> Il est interdit de mettre en circulation des piles et des batteries contenant plus de 0,0005 %-poids de mercure et plus de 0,002 %-poids de cadmium. Cette réglementation a pour but de réduire les quantités de ces métaux en circulation sur le marché, donc au niveau des déchets également (à l'exception des accumulateurs pour un certain nombre de systèmes et d'appareils, dont les systèmes d'urgence et d'alarme, y compris l'éclairage de secours, l'équipement médical ou les outils électriques sans fil).</p> <p><u>Maîtrise des piles et batteries usées :</u> Pour porter le recyclage au plus haut niveau de récupération, des mesures spécifiques doivent être mises en œuvre pour les collecter séparément. La technique la plus efficace consiste ici à mettre en place des systèmes de collecte appropriés pour les piles et les batteries d'appareils usagées. En Allemagne, les fabricants des piles portables sont tenus par la loi de transposer l'obligation de reprise à un système de reprise des piles usées : on peut y procéder en participant soit à un système de reprise commun, à but non lucratif et présent sur l'ensemble du territoire, soit à un système de reprise créé par un ou plusieurs fabricants (propre système de reprise). En revanche, dans le cas des batteries de voitures, il appartient aux constructeurs automobiles d'offrir à leurs distributeurs et aux établissements de traitement une possibilité raisonnable et gratuite de restitution des batteries usagées. Le transfert de ces droits aux systèmes de reprise existants serait également possible tout comme la création et l'exploitation des propres systèmes de reprise (entreprises tierces chargées de la collecte et du recyclage des piles usées par un ou de plusieurs fabricants).</p> <p>Pour garantir le respect de ces obligations, il est recommandé de recourir à un registre central qui gère et publie tous les fabricants des piles et des batteries opérant sur le marché et de ce fait crée la transparence. Les fabricants déposent dans ce registre notamment les marques mises en circulation, ainsi que des indications sur les modalités de leurs obligations de reprise.</p> <p>Aucun coût ne doit être induit pour l'utilisateur final afin de promouvoir sa participation. Des processus/systèmes appropriés doivent être mis en place pour le transport (en partie des matières dangereuses) mettant en œuvre les meilleures techniques disponibles.</p> <p>Il importe de garantir que l'utilisateur final soit suffisamment informé par les distributeurs de piles et de batteries sur ce qui suit :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La signification de certains étiquetages (symboles) apposés sur les piles, par exemple la signification des substances toxiques soumises à étiquetage et contenues dans les piles et les accumulateurs du distributeur. - L'obligation légale des utilisateurs finaux à rapporter les piles et les batteries usagées aux points de collecte pour permettre leur recyclage et - la possibilité de restituer gratuitement les piles et batteries usées au point de vente du distributeur. <p>En particulier, l'attention des utilisateurs de piles et de batteries devant être rejetées sera orientée vers les systèmes de récupération séparés et sur l'existence d'un système d'élimination sécurisé par des marquages appropriés sur les piles, les batteries et les blocs de batteries d'accumulateurs.</p>

Figure 5: Symbole / Marquage obligatoire pour la collecte séparée des piles et des batteries



VOIES ET
STRATÉGIES DE
COLLECTE
APPROPRIÉES ET
RECOMMANDÉES

La reprise des piles et des accumulateurs, à côté des systèmes de collecte séparée, représente un moyen efficace pour isoler ces produits de récupération. Ce système est particulièrement efficace avec la reprise par les points de vente des piles et des batteries, les établissements publics spécialisés, les déchèteries des communes ou encore par le biais de contrats de ramassage entre les entreprises spécialisées dans le recyclage et les utilisateurs (industriels et commerciaux). Un autre moyen consiste à organiser des campagnes publiques et ponctuelles de ramassage.

Le moyen le plus efficace pour les opérateurs chargés du ramassage consiste à mettre à la disposition du public des conteneurs destinés spécialement à cet usage, allégeant considérablement le ramassage et donnant toute possibilité de stockage sécurisé dans les locaux prévus à cet effet. Cela évite un endommagement précoce des piles usagées, les conteneurs devant être seulement remplacés et non pas déplacés. Des piles endommagées peuvent entraîner des courts-circuits : elles sont fréquemment à l'origine d'incendies sur le trajet du point de collecte au centre de recyclage des matériaux.

Figure 6: Contenants pour piles usées au lithium (Source : Intecus GmbH)



On peut envisager qu'à côté des fabricants de piles et de batteries (producteurs, importateurs etc.) qui sont soumis à l'obligation de reprise dans le cadre de leur responsabilité du fait du produit, les autorités publiques de gestion des déchets participent aussi volontairement à la collecte des piles ou y soient contraintes par le législateur.

**MODALITÉS DE
TRAITEMENT
APPROPRIÉES ET
RECOMMANDÉES**

Il est pratiquement impossible de trier les piles et les batteries au départ en fonction des produits qu'elles contiennent et elles doivent donc être triées avant le recyclage. Un premier tri consiste à les répartir par taille et à retirer immédiatement les piles boutons. Un tri plus fin intervient ensuite, selon deux procédés :

- **Procédé électromagnétique**

La première phase consiste à réaliser la séparation en piles et batteries magnétisées (environ 85%) et non magnétisées (le reste, soit 15%). Les batteries sélectionnées par contrôle magnétique passent ensuite sur un champ magnétique opérant la répartition en fonction de la nature électrique et chimique des constituants. Le rendement peut aller jusqu'à 6 piles et batteries à la seconde, pour un taux de succès de 98%.

- **Procédé radiologique**

Les piles et les batteries défilent devant un capteur radiologique projetant une image sur afficheur. Les nuances de gris affichées à l'écran permettent d'identifier les composants des produits. Le rendement peut aller jusqu'à 20 piles et batteries à la seconde, pour un taux de succès de plus de 98%.

En alternative aux processus de tri automatisés décrits, il est possible aussi d'effectuer manuellement le tri de quantités plus petites. Le tri manuel est également une méthode de séparation précise, en tenant compte des mesures de sécurité correspondantes.

Pour faire le tri entre les piles et batteries avec et sans mercure, les fabricants de piles et batteries alcalines au manganèse et zinc-carbone impriment sur le corps des produits un code UV qui sera lu par un lecteur UV. Pour permettre un haut niveau de recyclage des piles, le tri doit être effectué séparément du processus de recyclage respectif.

Il convient de fixer notamment des normes minimales d'efficacité et des méthodes de calcul uniformes pour les processus de recyclage ultérieurs. En outre, il faut assurer la collecte et le recyclage de toutes les piles et batteries usagées identifiables et collectées. Pour maîtriser et perfectionner les procédés, l'application des obligations de rapport a été imposée, par ex. en Allemagne, aux entreprises de recyclage.

**POSSIBILITÉS ET
PROCÉDURES
DISPONIBLES DE
RECYCLAGE**

Il existe des procédures spécifiques de recyclage métallurgique pour les différents types de piles et de batteries. Une première répartition doit être effectuée entre les techniques de la pyrométallurgie et les techniques hydro-métallurgiques qui sont présentés ci-dessous à partir de plusieurs exemples. Les principales différences entre ces deux techniques sont les suivantes :

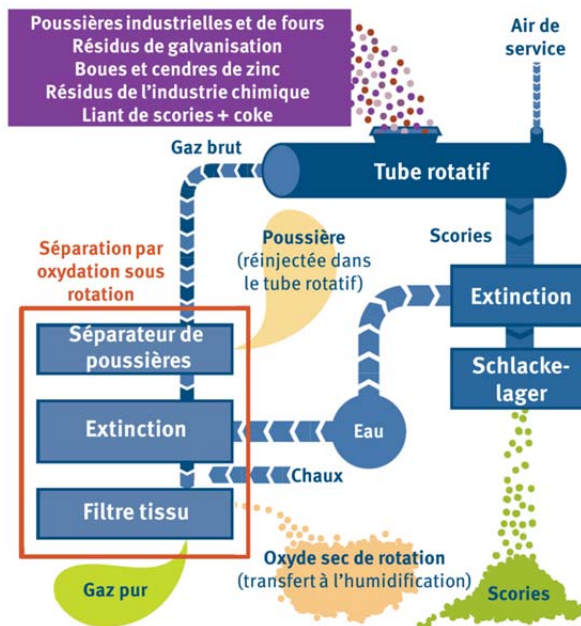
Tableau 8: Avantages et inconvénients des processus pyrométallurgiques et hydrométallurgiques

	Processus pyrométallurgique	Processus hydrométallurgique
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> • Vitesse de réaction supérieure • Efficacité élevée • Rendement élevé • Approprié pour les composés complexes • Insensible aux modifications du matériau brut 	<ul style="list-style-type: none"> • Les résidus présentent des difficultés au niveau du stockage et de l'élimination • Bonne maîtrise de procédé à condition que le matériau brut soit homo-gène • Peu de difficultés au niveau des émissions
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> • Peu de réactions spécifiques (par suite de l'hétérogénéité du matériau brut) • Les différentes phases de la procédure doivent être répétées en cascade • Forte nuisance par le bruit et les émissions 	<ul style="list-style-type: none"> • Réactions lentes • Efficacité et rendement faibles • Réaction immédiate aux fluctuations de composition du matériau brut • Les résidus présentent des difficultés au niveau du stockage et de l'élimination

Piles zinc-carbone et alcalines au manganèse

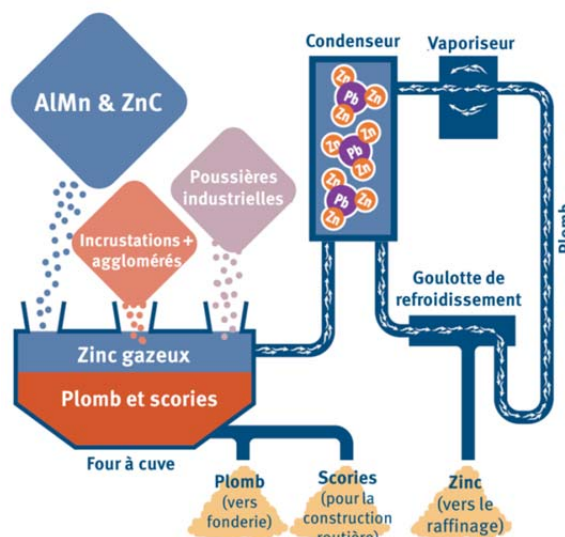
a) *Four rotatif* – Le procédé à four rotatif est une technique métallurgique consistant à injecter les piles et les batteries contenant du zinc (mêlées à du sable et du coke) dans un four rotatif. Le zinc oxyde et vaporise (à une température de 1300 °C). Au terme de la combustion, on retire les oxydes (oxydes métallurgiques) pour les injecter ensuite dans la fonderie primaire du zinc. Les scories provenant de la combustion sont utilisées en construction routière.

Figure 7: Procédé de traitement des batteries au four tournant



b) *Procédé Imperial Smelting* – Cette technique est utilisée pour obtenir le zinc métallique. Ici aussi, le zinc est d’abord vaporisé et dirigé ensuite sur un condenseur où il est refroidi par pulvérisation de plomb vaporisé. Le zinc s’associe au plomb, après quoi l’amalgame des deux métaux est refroidi pour en séparer les composants. Le plomb est réinjecté dans le condenseur tandis que le zinc se présente à l’état pur, propre aux applications industrielles.

Figure 8: Schéma du procédé Imperial Smelting pour la valorisation des piles



c) *Autres techniques* – Pour le recyclage des matériaux des piles et batteries alcalines au manganèse et zinc-carbone, on utilise les procédés suivants :

- Four électrique d'aciérie pour la production d'acier
- Four électrique d'aciérie pour la production de ferromanganèse
- Four d'aciérie à l'oxygène pour la production de ferromanganèse
- Four rotatif à tube

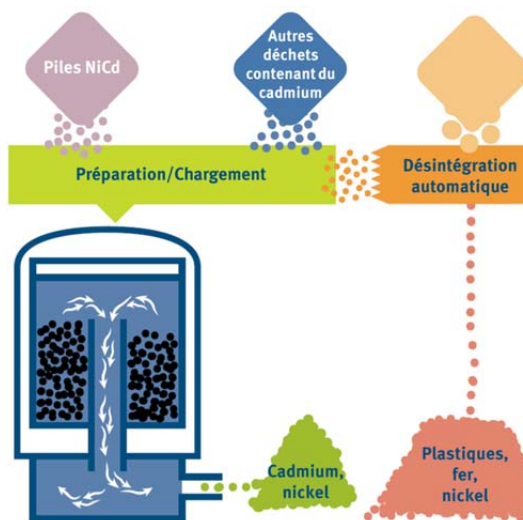
Comme dans les techniques précédentes, le zinc est vaporisé et ensuite extrait de l'amalgame. Les procédures mentionnées en dernier sont toutefois peu utilisées.

- Processus Dismantling : Les piles alcalines au manganèse de la taille C et D sont ouvertes mécaniquement pour suivre un processus de démantèlement dégageant de l'oxyde de zinc, du fer et de l'oxyde de manganèse

Piles nickel-cadmium

Les piles nickel-cadmium peuvent être soumises à un traitement thermique permettant la distillation du cadmium sous vide ou en atmosphère inerte. Le mélange résiduel d'acier et de nickel est utilisé pour la fabrication de l'acier. Les installations qui existent actuellement en Europe sont largement suffisantes compte tenu du recul de ces piles sur le marché.

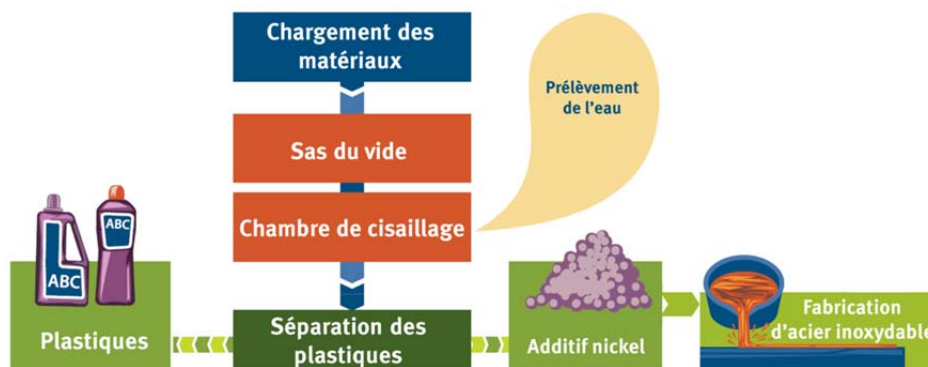
Figure 9: Schéma du procédé de recyclage des piles et batteries Ni-Cd



Piles nickel-métal-hydrure

Le but principal de ce procédé consiste à récupérer le nickel. Par suite de la libération d'hydrogène pendant le concassage des piles NiMH, le traitement doit avoir lieu sous atmosphère contrôlée. Après séparation des plastiques des piles, on obtient un amalgame de forte teneur en nickel utilisé comme composant d'alliage dans la fabrication des aciers.

Figure 10: Schéma du recyclage des piles NiMH selon le procédé NIREC



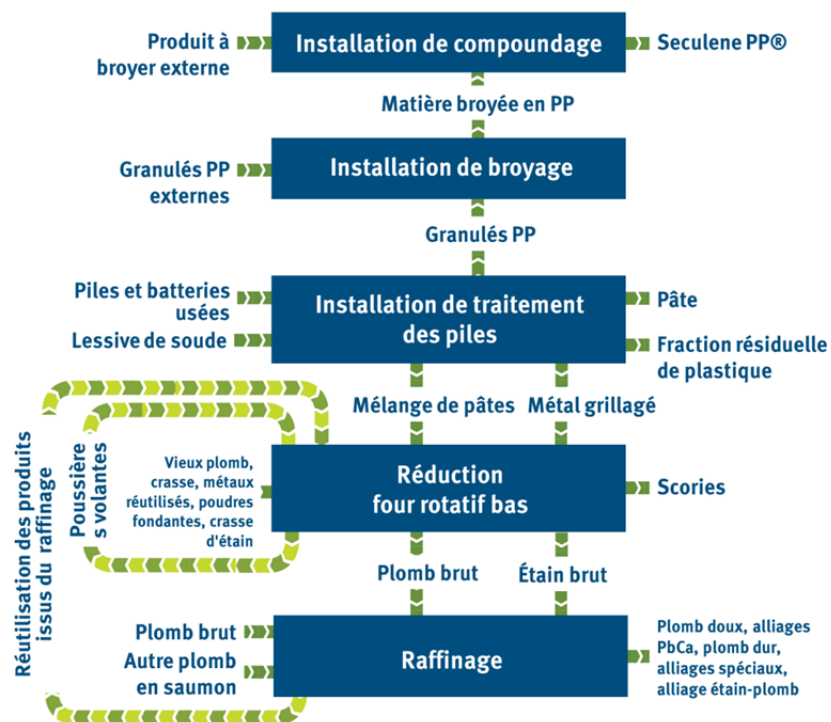
Piles et batteries au plomb

Il existe deux techniques pour obtenir le plomb des piles et batteries usées. L'une consiste à démonter les batteries au plomb pour en extraire séparément les différents matériaux (plomb, plastiques, électrolyte), alors que l'autre a pour but de vider les batteries vidées de l'électrolyte pour être injectées en l'état dans un haut-fourneau où a lieu un traitement métallurgique sous un mélange de houille, de calcaire et de fer donnant le plomb brut.

Ce procédé est utilisé par le fabricant de piles et batteries VARTA sous la désignation Procédé du four à cuve (VARTA). Le four à cuve utilisé pour le traitement donne un gaz de fumée contenant les différents composants de l'atmosphère de fusion : du dioxyde et du monoxyde de carbone, des particules de poussière à forte teneur en plomb et les résidus de la combustion des plastiques. La purification du gaz de fumée est réalisée par combustion intégrale des composants organiques dans un premier temps. Les brûleurs chauffent le gaz de fumée à une température de démarrage de 200 °C pour le porter ensuite à 1100 °C, à laquelle tous les résidus organiques sont entièrement brûlés. Après refroidissement, le gaz passe par plusieurs filtres qui capturent la quasi-intégralité des composants. La poussière recueillie contient jusqu'à 65% de plomb et constitue un matériau extrêmement utile pour plusieurs procédés industriels. Après traitement, le gaz est réinjecté dans l'atmosphère de fusion.

Sur le site de Braubach, la société BSB Recycling GmbH recycle entre autres les accumulateurs au plomb-acide des secteurs automobile et industriel et utilise la technologie Engitec. Elle permet de récupérer des granulés plastiques (Seculene PP®) ainsi que du plomb doux, des alliages PbCa, du plomb dur, des alliages spéciaux et des alliages plomb/étain (Figure 11).

Figure 11: Schéma de l'installation BSB Recycling GmbH Braubach (modifiée selon BSB Recycling GmbH)

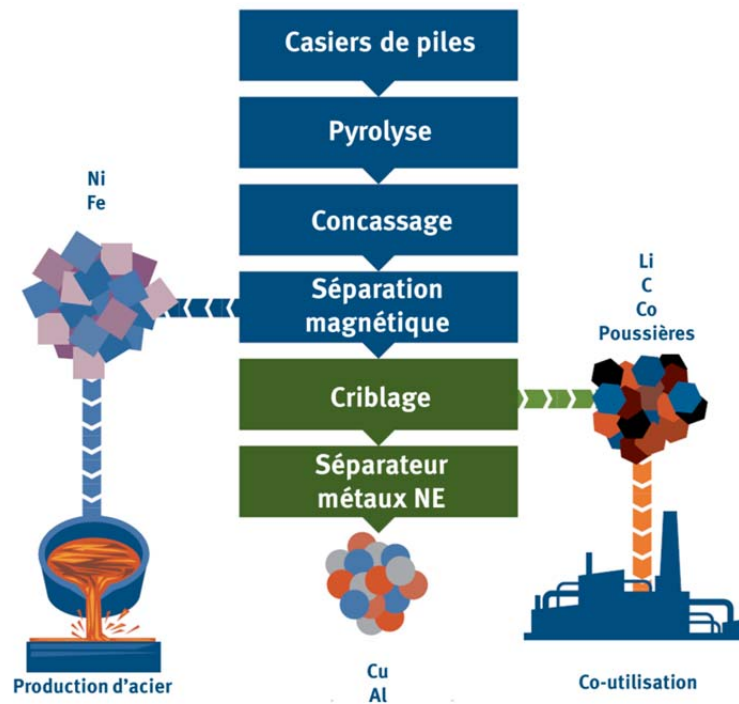


(<http://www.berzelius.de/berzelius/bsb/schema.php>)

Piles au lithium

Le procédé primaire de récupération du lithium des piles lithium-manganèse-bioxyde (LiMnO₂) consiste à récupérer les métaux nickel, fer et manganèse. Les piles et batteries au lithium rechargeables (Li-ion, Li-polymère) sont principalement recyclées pour obtenir le cobalt, le fer, le nickel et le cuivre.

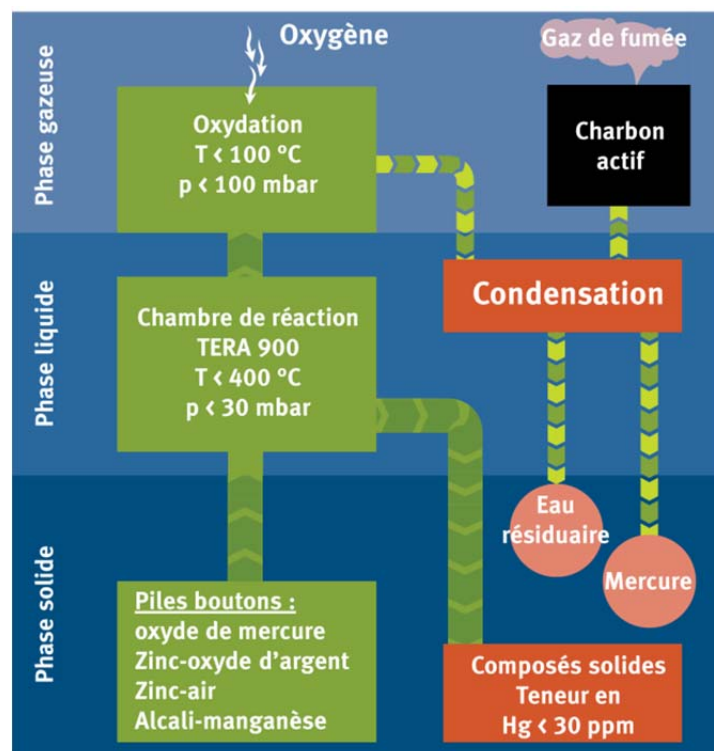
Figure 12: Technique de recyclage des piles et batteries au lithium



Piles boutons au mercure

Le mercure des piles boutons usées est obtenu en utilisant en particulier le procédé ALD par traitement thermique sous vide. Dans des cuves spéciales entièrement hermétiques, alimentées par charges, le mercure vaporise aux températures de 350 °C et 650 °C. Il condense ensuite à basse température et peut être réinjecté dans les circuits d'utilisation. L'acier sans mercure obtenu par ce traitement est destiné à la vente.

Figure 13: Technique de recyclage des piles au mercure



**RÉFÉRENCES,
OPÉRATEURS ET
FABRICANTS**

(Important : La liste d'établissements qui suit n'est nullement exhaustive.)

En Allemagne, le ramassage des piles et batteries usées relève de la responsabilité des fabricants du fait du produit. En 2014, plus de 170.000 postes de reprise du commerce et des opérateurs de l'élimination des déchets ont été dotés en Allemagne par les organismes de recyclage de conteneurs et de cartons pour le transport des piles portables usées.

Au cours de l'année 2014, on trouve en Allemagne les quatre systèmes de prise en charge suivants pour les piles et les batteries d'appareils usagées :

- le système de reprise partagée des batteries usagées (GRS Batterien – Stiftung Gemeinsames Rücknahmesystem Batterien) www.grs-batterien.de
- Système de reprise propriétaire REBAT, www.rebat.de
- Système de reprise propriétaire ERP Deutschland www.erp-recycling.de
- Système de reprise propriétaire Öcorecell www.ifa-gmbh.com

Chacun des quatre systèmes de reprise des piles et batteries portables usées doit atteindre depuis 2014 un taux de collecte minimal de 40 % et, au plus tard à partir de 2016, un taux de 45 % et le garantir de façon durable. En 2014, les quatre organismes de recyclage ont repris un nombre de piles et de batteries usées jamais atteint auparavant. Le poids des piles et des batteries usagées reprises n'a cessé de croître depuis 2010 ; en 2014 le poids a augmenté de 543 t par rapport à l'année précédente, soit un poids total de 19142 t. Le taux de collecte est passé de 43,1% en 2013 à 44,2%.

Il existe en Allemagne un grand nombre d'installations de recyclage et de traitement des piles et batteries usées. Les installations de référence pour les procédés décrits précédemment sont les suivantes :

Tableau 9: Installations de référence

Application	Four rotatif à tube	Procédé Imperial-Smelting	Four acier à l'oxygène
Site	Goslar	Duisbourg	Duisbourg
Taux des piles et batteries	5%	2-3 %	2-3 %
Produits	Oxyde de zinc, scories	Zinc, scories	Poussière de zinc, plomb, scories, fer

Autres opérateurs du recyclage et traitement des piles et batteries :

- Recyclage des piles AlMn, ZnC et NiMH :
Redux GmbH, Dietzenbach www.redux-gmbh.de
- Recyclage des piles boutons au mercure :
REMONDIS QR GmbH, Dorsten www.remondis-qr.de
- Recyclage des piles NiCd et des piles au lithium :
Accurec GmbH, Mülheim/Ruhr www.accurec.de
- Recyclage des piles au plomb :
BSB Braubach der Berzelius Metall GmbH, Braubach www.berzelius.de
HOPPECKE Metallhütte GmbH & Co. KG, Brilon www.hoppecke.de

DÉCHETS D'APPAREILS ÉLECTRIQUES ET ÉLECTRONIQUES

IMPORTANCE DU FLUX DE DÉCHETS :

Les dispositifs électriques et électroniques (DEEE) sont des produits ou contiennent des composants de déchets qui, de par leurs substances dangereuses, sont particulièrement critiques pour l'environnement ; néanmoins ils possèdent aussi un grand potentiel de matières recyclables et doivent donc être soumis à un ramassage et un traitement séparés. L'UE a formulé dans une directive autonome des conditions spécifiques concernant la collecte sélective, le traitement de ce flux de produits et réglementé l'exercice de la responsabilité des producteurs.

COMPOSITION ET PRINCIPAUX COMPOSANTS

Le terme générique déchets d'appareils électriques et électroniques regroupe un grand nombre de produits rejetés après l'utilisation. Cette catégorie peut être répartie conformément à la Directive européenne entre 10 groupes différents, variant selon la composition des matériaux et le type d'appareil.

1. Gros appareils ménagers
2. Petits appareils ménagers
3. Appareils informatiques et équipements de télécommunication
4. Appareils électroniques de divertissement et modules photovoltaïques
5. Appareils d'éclairage
6. Outils électriques et électroniques
7. Jouets, équipements de loisir et de sport
8. Dispositifs médicaux
9. Instruments de contrôle et de surveillance
10. Distributeurs automatiques

Tableau 10 montre des valeurs d'orientation pour la composition des gros appareils électroménagers (notamment des machines à laver, des fours etc.), des petits appareils électroménagers (grille-pains, machines à coudre etc.) ainsi que les équipements d'information et de communication (téléphone, télécopieur, imprimante etc.).

Tableau 10: Composition de diverses catégories de produits électroniques (selon la directive EMPA 2009).

Matériaux	Gros appareils électroménagers	Petits appareils électroménagers	Équipements information/télécommunication
Fer	43	29	36
aluminium	14	9,3	5
Cuivre	12	17	4
Matière plastique	19	37	12
Verre	0,017	0,16	0,3
or	6,7E ⁻⁰⁷	6,1E ⁻⁰⁷	2,4E ⁻⁰⁴
Argent	7,7E ⁻⁰⁶	7,0E ⁻⁰⁶	1,2E ⁻⁰³
Palladium	3,0E ⁻⁰⁷	32,4E ⁻⁰⁷	6,0E ⁻⁰⁵
Indium	0	0	5,0E ⁻⁰⁴
Plomb	1,6	0,57	0,29
Cadmium	0,014	8,3E ⁻⁰³	0,018
Mercuré	3,8E ⁻⁰⁵	1,9E ⁻⁰⁵	7,0E ⁻⁰⁵
Plastique « bromé »	0,29	0,75	18
Verre au plomb	0	0	19
Divers	10	6,9	5,7

<p>BASES JURIDIQUES ET DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE VALABLES EN EUROPE</p>	<p>La base juridique pour ces catégories de produits est constituée actuellement par la Directive 2012/19/CE relative aux déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE) du 4 juillet 2012 modifiée par la Directive 2011/65/CE relative à la limitation de l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques, dite RoHS, du 3 janvier 2003. Par ailleurs, les États membres de l'Union européenne sont tenus de présenter tous les 2 conformément à la décision de la Commission 2005/369/CE un rapport informant des taux de collecte, de valorisation et de recyclage réalisés dans l'État membre.</p>
<p>EXIGENCES FONDAMENTALES ET BASES DE LA MAÎTRISE DES DÉCHETS</p>	<p>Comme l'exigent les directives mentionnées, l'un des éléments essentiels de la maîtrise des déchets d'appareils électriques et électroniques consiste à réduire les taux de substances polluantes dans ces appareils et de respecter certaines exigences en ce qui concerne la collecte et le traitement des déchets. La responsabilité des fabricants du fait du produit sera concrétisée par la mise en place de mécanismes pour la reprise des appareils usés et par la création de systèmes pour le traitement des produits rejetés. Les fabricants sont tenus par la loi d'identifier les appareils électriques et électroniques collectés séparément par le symbole représenté dans Figure 14 sur les produits mis sur le marché, de reprendre les appareils mis en circulation après la phase d'utilisation et de les diriger vers un recyclage approprié. La restitution des appareils usés doit être gratuite pour le consommateur final. Là où, contrairement à ce qui se fait dans l'Union européenne, il n'existe pas de réglementation spécifique, des procédures seront mises en place pour stimuler le retour des appareils par les usagers, encourageant une collecte efficace.</p> <p>Figure 14: Symbole / Marquage obligatoire pour la collecte séparée des appareils électriques et électroniques</p> <div data-bbox="798 963 1029 1198" style="text-align: center;"> </div> <p>Les États membres de l'Union Européenne doivent garantir que tous les nouveaux appareils électriques et électroniques mis sur le marché après le 1er juillet 2006 ne contiennent pas de plomb, de mercure, de cadmium, de chrome (IV), de biphényl polybromé (PBB), et de PolyBromoDiphenylÉther (PBDE). Les exceptions sont fixées par voie de décret, par exemple pour les tubes fluorescents ; voir l'annexe de la Directive 2011/65/CE.</p> <p>Compte tenu de l'expérience technique et économique, il convient de contrôler régulièrement les objectifs en matière de collecte, de recyclage et de réutilisation des DEEE et, le cas échéant, de les redéfinir. Actuellement, les taux de valorisation selon la catégorie d'appareils sont censés atteindre 75 à 85 % et les taux de recyclage 55 % à 80 %. Le ramassage sélectif des appareils électriques et électroniques vise de surcroît à collecter conformément à la loi 45 % de la quantité moyenne d'EEE mis sur le marché les trois années précédentes. Ce taux de collecte passera à 65 % en 2019.</p>
<p>VOIES ET STRATÉGIES DE COLLECTE APPROPRIÉES ET RECOMMANDÉES</p>	<p>Les procédures suivantes se sont révélées efficaces pour la collecte et le ramassage séparés des déchets d'appareils électriques et électroniques :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Possibilité de restitution des appareils électriques et électroniques usés auprès des organismes commerciaux soumis à l'obligation légale reprise (éventuellement à partir d'une certaine taille) ou par convention conclues par les organismes du commerce, sur une base volontaire. - Utilisation des possibilités de collecte constituées par les points municipaux (par exemple les déchèteries), voir Figure 15) et le ramassage sélectif (ramassage en bordure de la chaussée, système de prise en charge sur appel) :

Figure 15: Collecte sélective des appareils usés dans des conteneurs sur roues dans une déchèterie (Sources : INTECUS GmbH)



- Les organismes chargés de la collecte utiliseront de préférence des conteneurs distincts (par ex. des conteneurs sur roues) ou des conteneurs présentant des compartiments pour les différentes fractions afin de collecter séparément les déchets (par exemple les machines frigorifiques, les lampes à incandescence, les récepteurs de télévision, les appareils ménager, les appareils informatiques et des télécommunications, les appareils électroniques multimédia et grand public) (Figure 15). S'il n'est pas possible d'y parvenir, les appareils seront triés dans les déchèteries et dirigés séparément vers la réutilisation.
- La collecte d'appareils usés doit être soumise à des exigences particulières, étant donné que ces appareils présentent un risque d'auto-inflammation et d'incendie constitué par le stockage et les impacts du transport.

Pour appliquer la loi allemande faisant obligation aux fabricants de reprendre les appareils électriques et électroniques, les fabricants sont tenus de s'inscrire à la fondation allemande stiftung elektro-altgeräte register (ear). Le dépôt d'une caution y est assorti pour les fabricants de biens de consommation durable (B2C) : www.stiftung-ear.de

MODALITÉS ET
STRATÉGIES DE
TRAITEMENT
APPROPRIÉES ET
RECOMMANDÉES

Programme de réparation et de retraitement

La réparation et le retraitement devraient représenter les techniques préférentielles pour la maîtrise des appareils électriques et électroniques usés. En fonction du degré de dégradation des appareils usés, plusieurs niveaux d'intervention sont envisageables, à savoir :

- la revente des appareils réutilisables ayant gardé une bonne présentation, après remise en état fonctionnelle,
- une réparation poussée pour la réutilisation,
- ou le démontage intégral avec récupération et réutilisation des composants utilisables et des pièces de rechange.

Certaines techniques de retraitement et de réutilisation élémentaires qui sont en usage dans les pays peu développés présentent un risque certain si l'on ne prend pas les précautions nécessaires. Il s'agit en particulier de la carbonisation de l'isolant PVC des câbles sur flamme nue et de la dissolution des cartes de circuits dans des bains d'acide.

Démontage

Le démontage des appareils électriques et électroniques usés a pour but de prélever les composants dangereux sur l'ensemble (par exemple le biphényl polychloré, les condensateurs, l'instrumentation contenant du mercure), les matériaux nobles pouvant être réutilisés, les composants et les métaux utilisables. Le démontage est fait pour la plus grande partie à la main. (Figure 3). On en retire généralement les fractions suivantes :

- | | | |
|---------------------------------|---|-------------------------------|
| - Métaux ferreux et non-ferreux | - | Ecrans et afficheurs |
| - Câbles | - | Composites métaux-plastiques |
| - Plastiques | - | Circuits intégrés et platines |
| - Caoutchouc | - | Piles |
| - Bois | - | Composants dangereux |

Figure 16: Atelier de désassemblage manuel des écrans (à gauche) et verre d'écran démonté (à droite) (Source à gauche & à droite : INTECUS GmbH)



Le degré de séparation dépend des possibilités de recyclage. Les techniques de mise en valeur et d'élimination examinées dans plusieurs autres fiches techniques s'appliquent à certaines fractions de matériaux.

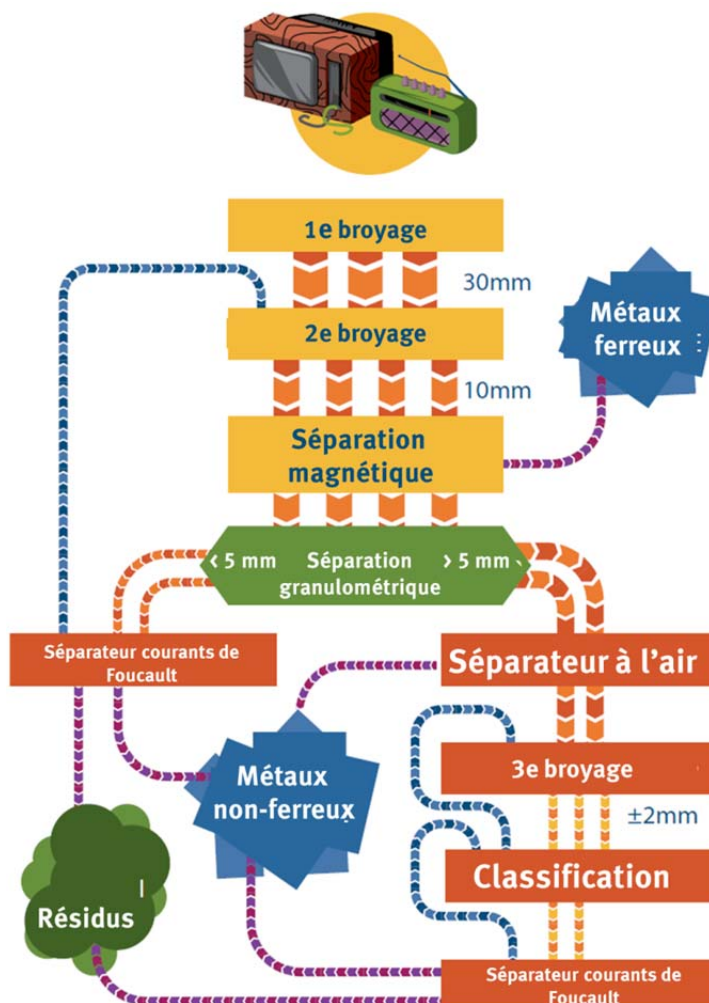
Retraitement des appareils électriques et électroniques usés

Le retraitement est constitué par plusieurs procédés mécaniques et chimiques pour la mise en valeur des matériaux.

- Procédés mécaniques :

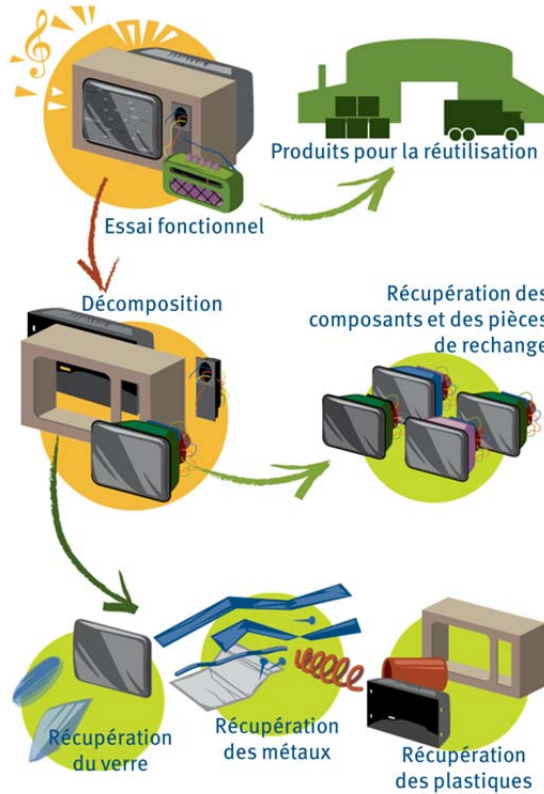
Les procédés mécaniques interviennent principalement pour la séparation des composites métaux - plastiques, afin d'en prélever les matériaux réutilisables.

Figure 17: Schéma général d'un procédé de retraitement mécanique



Les diverses possibilités de récupération peuvent être combinées et intégrées pour former une seule chaîne de traitement (par exemple dans un centre de recyclage) avec tous les avantages d'un traitement moderne et efficace.

Figure 18: Combinaison des différentes techniques dans un atelier de désassemblage des appareils usés



Cet enchaînement des techniques consiste à les répartir sur plusieurs postes spécialisé pour les différentes fractions et opérations spécifiques, par exemple les écrans et les afficheurs, les ordinateurs personnels, les gros appareils, la découpe par oxycoupage ou à la torche à plasma.

Ces opérations sont complétées par un broyage adapté au retraitement des appareils électroniques usés avec en aval séparation magnétique, criblage et classification (séparation balistique, séparation à l'air) qui constituent des techniques efficaces de prélèvement des appareils électriques et électroniques usés à composition complexe ou de fractions de ces appareils (les cartes de circuits par exemple). La combinaison des différentes techniques a pour avantage de maîtriser la quasi-intégralité des appareils électriques et électroniques usés et de donner des matériaux d'une grande pureté moyennant une efficacité maximale.

Le degré moyen de qualité des matériaux obtenus dans les installations de traitement mécanique perfectionnées est le suivant :

Tableau 11: Degré moyen de qualité des matériaux obtenus dans les installations de traitement mécanique

Fractions de matériaux	Métaux ferreux [%-poids]	Métaux non ferreux [%-poids]	Métalloïdes [%-poids]
Ferreux	95 – 99	0,1 – 5	0,5 – 5
Non ferreux		>95	0,5
Plastiques et poussières	0 – 2	1 – 5	>95

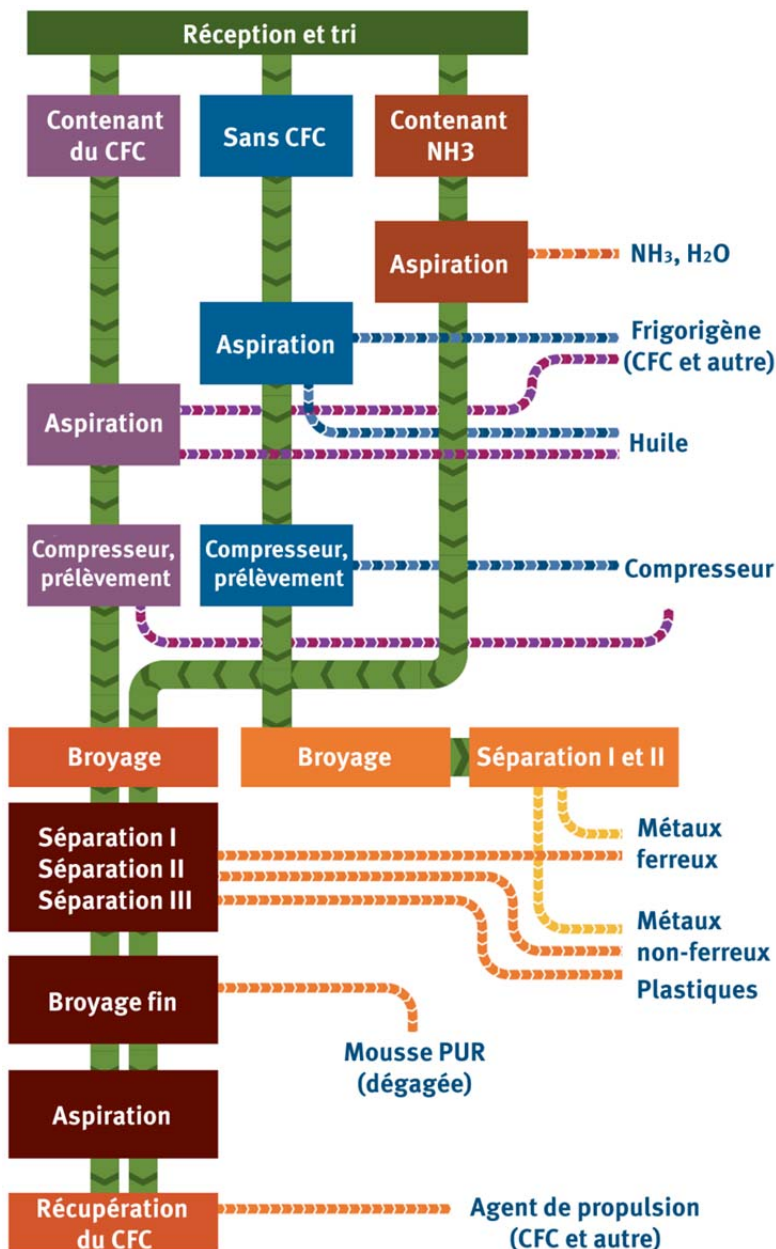
POSSIBILITÉS ET
PROCÉDURES
DISPONIBLES DE
RECYCLAGE

Nous présentons ci-dessous différentes possibilités et procédures de recyclage.

Machines frigorifiques

Dans le cas particulier des réfrigérateurs, une attention particulière doit être portée à la récupération des fréons (chlorofluorocarbure - CFC) et, sur les nouveaux appareils, au fluide réfrigérant à base d'hydrocarbure moussé (composé organique volatil VOC). Le recyclage a lieu dans des installations en circuit fermé afin de prévenir l'échappement du fluide frigorigène : Le schéma de processus qui en résulte figure ci-après :

Figure 19: Schéma de fonctionnement d'une installation VOC (schéma modifié par R-plus Recycling GmbH)



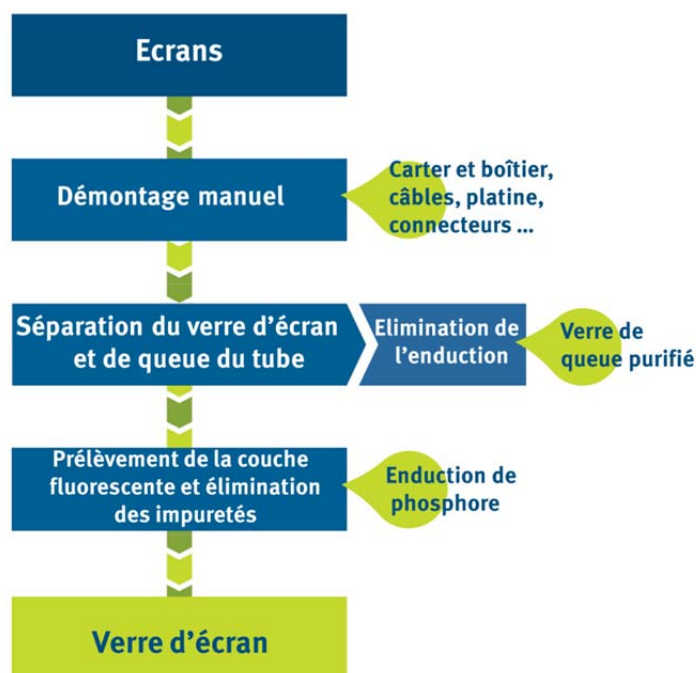
Appareils à écran

Les écrans utilisés en informatique et pour les récepteurs de télévision sont constitués d'un tube cathodique, composé de verre pour l'essentiel. L'enveloppe de verre est remplie d'un oxyde de plomb pour assurer la protection contre le rayonnement. On a utilisé pendant un certain temps d'autres oxydes de métaux lourds, par exemple le cadmium, pour l'enduction au phosphore. Il est fortement déconseillé de mettre en décharge les tubes contenant du plomb car celui-ci peut se détacher et polluer les sols et les eaux.

La meilleure façon de traiter les verres d'écran consiste à séparer les différents types de verre (verre d'écran et verre de la queue du tube car ils sont différents), à détacher l'enduction, à la passer au broyeur pour en tirer les particules de métal adhérentes et à la réinjecter dans la fabrication du verre pour écrans. Pour pouvoir être utilisés, les débris de verre d'écran et de queue de tube doivent être triés par nuance et satisfaire aux exigences de l'industrie verrière. Les débris de verre contenant des matériaux pollués sont refusés. Bien souvent, les enductions du verre d'écran contiennent du sulfure de zinc, du plomb et du cadmium. Pour éliminer les enductions potentiellement polluantes, on utilise un procédé d'aspiration extrêmement puissante sous vide et des filtres spéciaux.

Pour pouvoir être utilisé en verrerie, le verre doit être privé des métaux ferreux et non-ferreux. Les métaux ferreux sont prélevés par passage sous une bande magnétisée, tandis que les non-ferreux sont prélevés sur les débris de verre dans un séparateur vertical. Le verre ainsi obtenu est ensuite purifié pour être injecté dans un bain de fusion.

Figure 20: Schéma simplifié de la préparation des écrans



Les appareils à écran actuellement sur le marché (écrans plats) utilisent un affichage à cristaux liquides (ACL ou Liquid Crystal Display, LCD) ou sont composés d'un grand nombre de petites lampes à décharge de gaz ou de diodes électroluminescentes pour l'éclairage de fond (Light Emitting Diode, LED). Le traitement des écrans plats commence par un démontage manuel permettant de prélever les lampes de décharge à gaz (voir fiche technique « Lampes usées ») afin d'éviter les émissions de mercure par une destruction des lampes. Il existe également déjà de petites installations qui broient les écrans plats par aspiration de mercure et les séparent en fractions différentes par un système de tri automatisé.

Pièces en plastique

Les procédures suivantes sont propres à recycler efficacement les matières plastiques :

1. Broyage des grands carters et boîtiers et purification (élimination des impuretés).
2. Séparation des différents types de plastiques. Il s'agit d'une séparation densimétrique à trois étages (procédé par hydrocyclone redondant suivi d'un nouveau traitement à l'hydrocyclone redondant et ensuite d'une séparation par flottaison et précipitation), la dernière opération étant une séparation électrostatique.
3. Classification et identification des pièces en plastique, établissement des caractéristiques physiques des plastiques prélevés séparément.

	<p>Au terme de ces différents étages de prélèvement, on obtient 6 courants de matériaux</p> <ul style="list-style-type: none"> - Polyéthylène et polypropylène composites - Acrylonitrile butadiène styrène (ABS) - Polystyrène résistant au choc (HIPS) - Polycarbonates - Composite polycarbonates - ABS - D'autres plastiques, par exemple le nylon et le PCV <p>Le mélange de polyéthylène et de polypropylène peut être dirigé vers les utilisations industrielles sans autre séparation. Les plastiques HIPS, ABS, les polycarbonates et le composite polycarbonate - ABS sont des matériaux très recherchés, se substituant aux produits bruts.</p> <p><u>Cartes de circuits et composants complexes</u></p> <p>Les cartes de circuits et les composants complexes fournissent une partie des métaux obtenus sur la ferraille électronique. Les composants complexes sont les lecteurs, les carters habillés, les imprimantes, les claviers. Les cartes de circuits contiennent les métaux les plus nobles mais ils sont en grande partie pollués par les métaux toxiques. La teneur des cartes de circuits en métaux nobles est de 10 à 100 fois supérieure à celle du minerai. Le recyclage des cartes de circuits et des composants complexes suppose l'intervention de techniques et d'équipements sophistiqués. Le traitement des composants complexes commence par le démontage, le broyage et le tri. Pour récupérer les métaux nobles et le cuivre des cartes de circuits, celles-ci sont bien souvent injectées telles quelles dans le bain de cuivre en fusion, susceptible de détruire certaines substances toxiques ou tout au moins de les rendre inoffensives. L'alimentation du bain de fusion du cuivre avec les cartes de circuits constitue un procédé inefficace puisque les matériaux non métalliques représentent environ 70 %-poids de l'ensemble.</p> <p>La séparation des parties métalliques et non métalliques apporte une amélioration substantielle au recyclage des métaux. Les métaux ainsi obtenus passent dans différents bains de fusion qui en augmentent la pureté. On utilise à cette fin les différentes techniques sidérurgiques et métallurgiques de traitement, à savoir le broyage, la séparation et l'enrichissement destiné à améliorer les caractéristiques physiques et à récupérer les différents métaux dans les meilleures conditions de rentabilité.</p> <p>On utilise différents types de bains de fusion pour parvenir au raffinage. Les métaux nobles sont séparés des autres métaux dans le bain de fusion, ces derniers se concentrent dans les scories contenant du plomb. Le cuivre et les métaux nobles sont ensuite prélevés par lessivage et traitement électrolytique. Le raffinage des métaux nobles donne ensuite des métaux purs. La récupération du nickel et du plomb s'effectue dans les mêmes conditions.</p>
<p>RETOMBÉES SUR D'AUTRES SECTEURS</p>	<p>Le traitement des appareils électriques usés est grand créateur d'emplois, en particulier aux niveaux de la réparation, du démontage et de la récupération des pièces de rechange. Il est possible d'y employer les personnes handicapés, les personnels peu qualifiés et les personnes pénalisées socialement, après une formation élémentaire. Il est possible d'y employer les personnes handicapés, les personnels peu qualifiés et les personnes pénalisées socialement, après une formation élémentaire.</p>
<p>RÉFÉRENCES, OPÉRATEURS ET FABRICANTS</p> <p><i>(Important : La liste d'établissements qui suit n'est nullement exhaustive.)</i></p>	<p>Comme dans toute l'Europe, il existe en Allemagne un grand nombre d'ateliers spécialisés pour le démontage et le traitement des appareils électroniques usés, une grande partie dépendant des entreprises spécialisées dans la prise en charge des déchets. Exemples :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Berliner Stadtreinigungsbetriebe, Berlin www.bsr-online.de - REMONDIS Electrorecycling GmbH, Lünen www.remondis.de - ALBA Electronics Recycling GmbH, Eppingen www.alba.info/the-recycling-company.html - GWAB Recycling-Zentrum, Wetzlar www.gwab-recycling.de - Stena Recycling Suède, site Wangerland www.stenatechnoworld.com/de/ <p>La Fédération professionnelle allemande des industries électrique et électronique renseigne sur le recyclage des appareils électriques et électroniques et sur les entreprises intervenant dans ce secteur :</p>

- ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie, e.V. www.zvei.org
- Bundesverband der Deutschen Entsorgungs-, Wasser- und Rohstoffwirtschaft e.V.
(Association fédérale allemande du traitement des eaux, déchets, et matières premières) www.bde.de
- Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung e.V.
(Association fédérale Matières premières secondaires et élimination) www.bvse.de

DECHETS DE LAMPES FLUORESCENTES, DE LAMPES A DECHARGE ET AUTRES LAMPES

IMPORTANCE DU FLUX DE DÉCHETS :

- Des exigences particulières en matière de collecte et de traitement des lampes doivent être établies en raison des substances dangereuses (notamment le mercure).

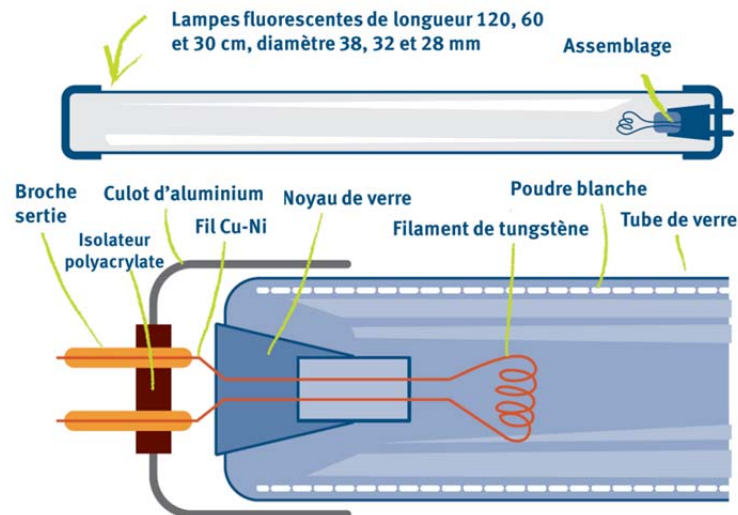
COMPOSITION ET PRINCIPAUX COMPOSANTS

Les lampes fluorescentes et les lampes à décharges sont composées d'une enveloppe de verre et de pièces en acier et aluminium, et contiennent de 0,003 à 1,5 g de mercure, en fonction du type de lampe et du fabricant.

Taux de concentration du mercure :

Lampes fluorescentes :	0,003–0,015 g
Lampes à décharge de sodium haute pression :	0,03 g
Lampes économiques :	0,0025 g
Lampes pour service haute tension et lampes à décharge :	1,5 g

Figure 21: Structure et composition d'une lampe fluorescente basse tension



Les lampes à incandescence et les lampes métalliques ne contiennent pas de mercure et ne sont donc pas classées dangereuses ; les lampes économiques sont vendues sans stabilisateur électronique ou avec stabilisateur intégré

BASES JURIDIQUES ET DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE VALABLES EN EUROPE

Les lampes à incandescence, les lampes à décharge et autres rejetées dans les déchets appartiennent en Europe à la catégorie des déchets électriques et électroniques et relèvent de la Directive européenne 2012/19/CE du 4 juillet 2012 relative aux déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE) et la Directive 2011/65/CE du 8 juin 2011 relative à la limitation de l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques, dite RoHS.

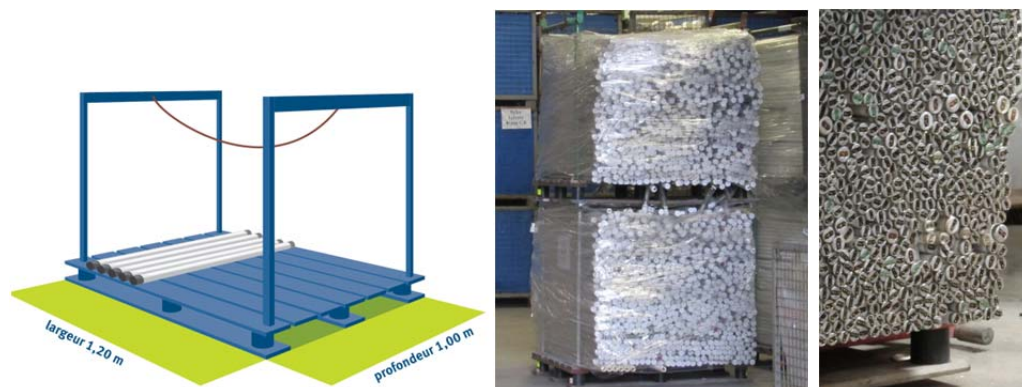
EXIGENCES FONDAMENTALES ET BASES DE LA MAÎTRISE DES DÉCHETS

Par suite de leur teneur possible en mercure, les lampes fluorescentes et les lampes à décharge doivent être classées déchets dangereux nécessitant un traitement spécial et une élimination contrôlée, principalement pour protéger l'environnement contre toute menace de pollution par cette substance pendant l'utilisation, la collecte et l'élimination. Il est interdit de mélanger ces lampes avec les autres déchets et de les joindre aux ordures pour les éliminer. Les lampes à incandescence peuvent au contraire être rejetées avec les ordures ménagères et traitées avec celles-ci.

**VOIES ET
STRATÉGIES DE
COLLECTE
APPROPRIÉES ET
RECOMMANDÉES**

Les lampes fluorescentes et les lampes à décharge représentent plus de 50 % du marché. Dans la plupart des cas, il s'agit de tubes d'une longueur de 120 à 150 cm. La collecte sera réalisée de préférence dans des conteneurs spéciaux pour les déchets électriques et électroniques déposés en certains points ou dans les déchèteries publiques. Une collecte séparée en conteneurs spéciaux sera organisée pour les grandes quantités de lampes (par exemple en provenance des utilisateurs industriels et des chantiers de démolition). Les conteneurs les mieux adaptés sont les palettes à grille et les palettes ou servantes à ranchers.

Figure 22: Conteneurs mobiles installés aux points de collecte de grandes quantités de lampes fluorescentes (Sources : Intecus GmbH)



Pour les lampes plus petites, par exemple les lampes économiques, le meilleur système de collecte est constitué par les fûts de 200 litres avec cône de serrage et les petites box-palettes à claire-voie.

Le transport des déchets sera réalisé dans les contenants spéciaux, par exemple des conteneurs métalliques ou plastiques de capacité variable. Le mercure sera manutentionné dans des bouteilles d'acier.

Il est possible d'organiser le ramassage intégral des lampes dangereuses (par exemple les lampes fluorescentes et les lampes économiques) en faisant obligation aux fabricants de reprendre et de procéder à l'élimination des lampes à décharge de gaz. Le meilleur moyen consiste alors pour les fabricants à se doter d'un service commun qui procède au ramassage des lampes à décharge de gaz dans des points de collecte centraux, dans les déchèteries ou directement auprès des grands consommateurs, et en assure le traitement, dans les meilleures conditions de protection de l'environnement et de prix de revient.

**MODALITÉS ET
STRATÉGIES DE
TRAITEMENT
APPROPRIÉES ET
RECOMMANDÉES**

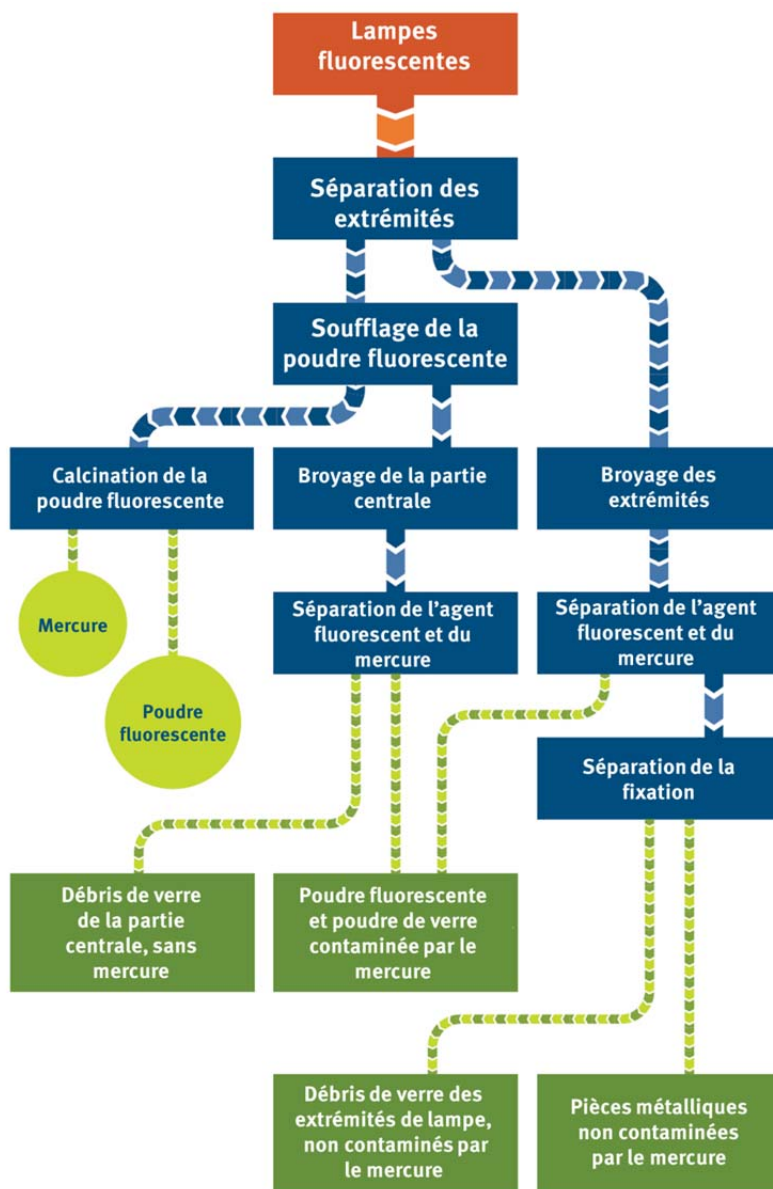
Le but principal de tous les types de traitement consiste à prélever les composants dangereux en garantissant la sécurité et, si nécessaire, de les éliminer sans altérer l'environnement, et de récupérer les matériaux pouvant être commercialisés pour les injecter dans la fabrication ou la confection des matériaux:

La procédure brevetée appelée Kapp-Trenn® donne toute garantie de prise en charge écologique des lampes linéaires à décharge. Il se distingue par une première étape de sélection des lampes en fonction de la longueur. Les principaux produits de récupération sont les débris de verre et le métal, recyclés dans la fabrication. Les substances et les matériaux contaminés (en général moins de 10% du total) sont conditionnés (par exemple dans des conteneurs à fermeture hermétique) pour être entreposés dans des galeries souterraines (voir aussi la fiche technique «[Décharge de déchets spéciaux](#)»).

**POSSIBILITÉS ET
PROCÉDURES
DISPONIBLES DE
RECYCLAGE**

Le procédé Kapp-Trenn® met en œuvre une technique de production in-verse après démontage des lampes, pour donner des produits propres pouvant être recyclés dans la production. L'élément essentiel du procédé Kapp-Trenn® consiste à séparer le culot des lampes et la partie centrale du tube de verre moins contaminée par le mercure, par exemple en chauffant les extrémités du tube au brûleur et en brisant le tube par refroidissement brusque sous injection d'air frais par buses. Le tube ouvert est privé de la poudre de mercure fluorescente au moyen d'un jet d'air comprimé.

Figure 23: Procédé Kapp-Trenn® des Ets LAREC® (www.larec.de)



Le verre peut être récupéré après broyage et dirigé vers la fabrication. Lorsqu'il est suffisamment propre, l'aluminium des culots peut être réinjecté dans les bains d'aluminium. Le mercure vaporise sous la chaleur et peut lui aussi être recyclé. Dans le meilleur des cas, il est possible de combiner le recyclage et le traitement de récupération. La poudre fluorescente mélangée à la poudre de verre est en partie stockée, en partie donnée au fabricant en vue de récupérer les terres rares. Le procédé de séparation des Etablissements LAREC® est entièrement automatique et a une capacité pouvant aller jusqu'à 6.000 lampes à l'heure.

A côté des installations de recyclage fixes existent aussi diverses techniques faisant intervenir des équipements mobiles, par exemple le procédé des Etablissements Herborn. Les lampes à décharge entreposées dans des boxes sont introduites dans un caisson de traitement. Dans un premier temps a lieu la séparation mécanique des culots par procédé de traitement par voie sèche (procédé de séparation « Système Herborn »), tandis que le verre est pilé et que la poudre fluorescente de mercure est aspirée. L'air d'aspiration chargé de mercure passe par plusieurs filtres de purification au charbon actif. Toute l'installation fonctionne sous pompage du vide pour prévenir les émissions. Les différentes pièces récupérées sur les lampes sont soumises à un traitement thermique et les matériaux parasites collant aux culots sont éliminés.

	<p>Le verre est le principal produit dérivé obtenu avec ce procédé. Il peut être utilisé pour la fabrication de nouvelles lampes fluorescentes et lampes à décharge. Les pièces métalliques qui ont été prélevées (aluminium et acier) constituent des matériaux bruts pour la production tandis que le verre contaminé par le plomb sert pour le recyclage direct du plomb. Il est également possible de réutiliser le mercure dans différentes techniques industrielles. Les résidus contaminés représentent moins de 10% en poids et même moins de 3% avec le procédé LAREC® en fonctionnement normal.</p>
<p>RÉFÉRENCES, OPÉRATEURS ET FABRICANTS <i>(Important : La liste d'établissements qui suit n'est nullement exhaustive.)</i></p>	<p>Opérateurs allemands pour les grands procédés de recyclage, les équipements et les services de recyclage et la reprise :</p> <ul style="list-style-type: none"> - LIGHTCYCLE Retourlogistik und Service GmbH, Munich www.lightcycle.de - LAREC Lampen-Recycling GmbH, Brand-Erbisdorf www.larec.de - HERBORN GmbH, Ginsheim-Gustavsburg www.system-herborn.de

DÉCHETS MÉDICAUX ET D'HÔPITAUX

IMPORTANCE DU FLUX DE DÉCHETS :

- Les déchets médicaux et d'hôpitaux contiennent, outre différents composants de matériau, des déchets d'activités de soins à risques infectieux. Ces derniers constituent environ 3 % des déchets d'hôpitaux et d'autres établissements sanitaires. Ils sont considérés du fait de leurs risques infectieux comme des déchets dangereux exigeant un traitement spécifique.

COMPOSITION ET PRINCIPAUX COMPOSANTS

Le Catalogue Européen des déchets constitue la base de la classification des déchets d'hôpitaux. Les définitions des différents flux de déchets figurent dans l'aide à l'exécution ([Note 18](#)) relative à l'élimination des déchets provenant des établissements des services de santé de la communauté de travail Déchets des autorités fédérales et régionales allemande (LAGA) www.laga-online.de/servlet/is/23874/). Une différenciation comparable existe également à l'[OMS](#).

Les déchets d'hôpitaux sont classés en catégories en fonction de leur nature, de leurs caractéristiques, de leur composition et de leurs quantités. La classification est réalisée principalement à partir de l'origine des déchets. Les déchets dangereux (selon le Catalogue Européen des Déchets) sont marqués d'un astérisque (*).

Tableau 12: Déchets médicaux classés selon le Catalogue Européens de Déchets

Désignation	Numéro de code d'après la classification européenne
Objets piquants et coupants (sauf rubrique 18 01 03*), également appelés « sharps »	18 01 01
Déchets anatomiques et organes, y compris sacs de sang et réserves de sang	18 01 02
Déchets dont la collecte et l'élimination font l'objet de prescriptions particulières vis-à-vis des risques d'infection	18 01 03*
Déchets dont la collecte et l'élimination ne nécessitent pas de prescriptions particulières vis-à-vis des risques d'infection (par exemple vêtements, plâtres, draps, vêtements jetables, langes)	18 01 04
Produits chimiques à base de ou contenant des substances dangereuses	18 01 06*
Produits chimiques autres que ceux visés à la rubrique 18 01 06*	18 01 07
Médicaments cytotoxiques et cytostatiques	18 01 08*
Médicaments autres que ceux visés à la rubrique 18 01 08*	18 01 09
Déchets d'amalgame dentaire	18 01 10*

D'autres déchets viennent s'ajouter à ceux de la liste qui porte sur les grandes catégories de déchets dans le système de santé. Les quantités et la probabilité d'émission de ces déchets dépendent fortement de la nature des établissements de santé et de la taille de ces établissements. Dans les hôpitaux, les services de soin et d'entretien des malades produisent environ 30% des déchets, contre une forte proportion de déchets du type ordures ménagères (environ 60%). Les 10% de déchets restants sont des déchets dangereux, à raison de 3% de déchets infectieux et 7% de déchets toxiques.

BASES JURIDIQUES ET DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE VALABLES EN EUROPE

En Europe, les dispositions en matière de protection contre les déchets, contre les infections, contre les produits chimiques et les produits dangereux, associés à l'hygiène et à la protection du travail, constituent la base de la maîtrise et de l'élimination sécuritaires des déchets d'hôpitaux. Le cadre réglementaire sur les différents composants des déchets en est la Décision de la Commission [2001/119/CE](#) du 22 janvier 2001 établissant une liste de déchets en application de la directive [75/442/CEE](#) du Conseil relative aux déchets et la décision [94/904/CE](#) du Conseil établissant une liste de déchets dangereux en application de la directive [91/689/CEE](#) relative aux déchets dangereux.

<p>EXIGENCES FONDAMENTALES ET BASES DE LA MAÎTRISE DES DÉCHETS</p>	<p>Le but prioritaire consistant à prévenir l'émission des déchets dans les hôpitaux est réalisé par les mesures telles que l'utilisation multiple des appareils, des agents thérapeutiques, par un système d'achats orienté vers la prévention des déchets, par un stockage rationnel avec contrôle régulier.</p> <p>La collecte, le ramassage, le transport, le traitement et l'élimination des déchets d'hôpitaux sont soumis à des exigences strictes en ce qui concerne la sécurité et l'hygiène, qui sont elles-mêmes modulées en fonction de la dangerosité d'une partie des déchets. Nous évoquerons ces diverses exigences par la suite. L'essentiel de ces mesures est constitué par la séparation rigoureuse des déchets, en particulier la collecte des seringues à usage unique, la collecte séparée des déchets cytostatiques, l'isolement des déchets infectieux dans l'ensemble des émissions, la sécurité du stockage et du transport selon des voies d'élimination spécifiques.</p>
<p>VOIES ET STRATÉGIES DE COLLECTE APPROPRIÉES ET RECOMMANDÉES</p>	<p>18 01 01 – Objets piquants et coupants (sauf rubrique 18 01 03*), également appelés « sharps »</p> <ul style="list-style-type: none"> - Utilisation de récipients à un seul usage résistant à la piqûre et à la rupture. - Les récipients en question doivent pouvoir être obturés hermétiquement. - Il est interdit d'utiliser les déchets après ouverture des récipients de collecte, même après désinfection. <p>Figure 24: Récipients de collecte des matériaux infectieux à usage unique, seringues, etc. (Source : sudok1/Fotolia.com)</p>  <p>18 01 02 – Déchets anatomiques et organes, y compris sacs de sang et réserves de sang</p> <ul style="list-style-type: none"> - Collecte séparée sur place dans des récipients à fermeture sécurisée - Interdiction de transvaser et de trier les déchets. - Le stockage a lieu dans des conditions prévenant le dégagement de gaz (température de stockage < 15 °C pour une durée de stockage d'une semaine au plus ; un stockage plus long peut être réalisé à des températures < 8 °C). - Des déchets congelés peuvent être stockés jusqu'à 6 mois. <p>18 01 03* – Prescriptions particulières relatives aux déchets vis-à-vis des risques d'infection</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les déchets sont collectés directement sur les lieux de l'émission dans des récipients étanches résistant à la déchirure, à l'humidité (par exemple contenants homologués pour matières dangereuses), sans les transvaser ni les trier, pour être dirigés vers les points de collecte centraux. Les récipients en question doivent être marqués par l'étiquette « Danger biologique ». - Les prescriptions relatives aux conteneurs de déchets selon la norme <u>TRBA 250</u> doivent être respectées - Le stockage a lieu dans des conditions telles qu'il n'y ait pas de dégagement de gaz dans les récipients.

Figure 25: Étiquette de marquage « Danger biologique »



18 01 04 – Aucune prescription particulière relative aux déchets vis-à-vis des risques d'infection

- Les déchets sont collectés directement sur les lieux de l'émission dans des récipients étanches résistant à la déchirure, à l'humidité, sans les transvaser ni les trier.

18 01 06* – Produits chimiques à base de ou contenant des substances dangereuses

- La préférence sera donnée à une collecte par fractions séparées de déchets.
- Les grandes quantités ponctuelles de déchets peuvent constituer des courants séparés de déchets (par exemple les acides, les bases).

18 01 07 – Produits chimiques autres que ceux visés à la rubrique 18 01 06

- Certains déchets chimiques sans matières dangereuses émis en grandes quantités peuvent constituer des courants de déchets séparés relevant de mesures de maîtrise et de contrôle spécifiques.
- Les déchets sont collectés et stockés dans des récipients appropriés, destinés au transport.
- Une ventilation suffisante sera assurée dans les locaux.

18 01 08* – Médicaments cytotoxiques et cytostatiques

- Cette catégorie regroupe tous les déchets utilisés pour la préparation et l'administration des médicaments cancérogènes, mutagènes et toxiques pour la reproduction. Tous les déchets provenant de l'utilisation de cytostatiques et de virucides sont éliminés séparément.
- Les déchets sont collectés dans des récipients de construction homologuée à un seul usage, résistant à la piqûre et à la rupture.
- Il est interdit de transvaser ces déchets, de les trier et de les traiter.

18 01 09 – Médicaments autres que ceux visés à la rubrique 18 01 08

- Collecte séparée des déchets.
- Collecte selon une filière protégée pour prévenir toutes les utilisations abusives.

18 01 10* – Déchets d'amalgame dentaire

- Collecte séparée des déchets et élimination à intervalle régulier.

**POSSIBILITÉS ET
PROCÉDURES
DISPONIBLES DE
RECYCLAGE**

Les filières de recyclage et de récupération servant pour les ordures ménagères et les déchets industriels et commerciaux peuvent être utilisées pour les déchets des établissements médicaux assimilables aux ordures ménagères. Il s'agit, à titre d'exemples, de la fraction des plastiques provenant en particulier des flacons vides de solutions d'infusion, des canules qui n'ont pas été utilisées et des seringues à jeter. Après désinfection dans une installation conforme à la norme DIN 58949, ou le passage dans une installation de concassage et de désinfection, les déchets d'hôpitaux contaminés peuvent donner des fractions de déchets récupérables thermiquement. Les déchets d'hôpitaux non dangereux peuvent être triés ou recyclés uniquement en respectant les exigences spécifiques de sécurité sur le lieu de travail. Certains déchets chimiques peuvent être recyclés. Il s'agit, à titre d'exemples, de la fraction des plastiques provenant en particulier des flacons vides de solutions d'infusion, des canules qui n'ont pas été utilisées et des seringues à jeter.

MODALITÉS ET
STRATÉGIES DE
TRAITEMENT
APPROPRIÉES ET
RECOMMANDÉES

18 01 01 – Objets piquants et coupants (sauf rubrique 18 01 03*), également appelés « sharps »

- Les déchets ne sont pas triés ; il est interdit d'utiliser les déchets après ouverture du contenant.
- de manière que la manipulation de ces déchets n'entraîne aucun risque sanitaire.
- Dans la mesure où l'on prend des mesures spécifiques de protection, ces déchets peuvent être éliminés avec ceux du groupe code 18 01 04.
- L'élimination dans les installations d'incinération est à recommander.

18 01 02 – Déchets anatomiques et organes, y compris sacs de sang et réserves de sang

- Les déchets non traités par compactage ou concassage et collectés dans des conteneurs spécialement conçus à cette fin peuvent être brûlés dans une installation d'incinération homologuée.
- Les récipients contenant du sang ou des produits sanguins liquides peuvent être jetés dans des décharges prévues à cet effet, lorsque celles-ci sont conformes aux statuts communaux en matière d'évacuation des effluents.
- Il est possible de récupérer différents composants sanguins dans l'industrie pharmaceutique.

18 01 03* – Prescriptions particulières relatives aux déchets vis-à-vis des risques d'infection

- Les déchets non traités par compactage ou concassage et collectés dans des conteneurs spécialement conçus à cette fin peuvent être brûlés dans une installation d'incinération homologuée.
- La récupération est interdite.
- Les déchets peuvent être désinfectés dans des installations dont la construction et le fonctionnement sont conformes à la norme DIN 58949 et dont leur efficacité est établie (voir « Liste des agents et des procédés de désinfection, article 3.4 ») ; ils peuvent être éliminés avec d'autres déchets de type AS 18 01 04.

18 01 04 – Aucune prescription particulière relative aux déchets vis-à-vis des risques d'infection

- ordures ménagères et sont dirigés vers les installations homologuées.
- Pour des raisons d'hygiène, il est interdit de trier ces déchets et d'en récupérer les composants.
- Les récipients contenant de grandes quantités d'humeurs du corps humain peuvent être déversés dans les égouts à conditions qu'ils satisfassent aux règles d'hygiène et de prévention des infections.

18 01 06* – Produits chimiques à base de ou contenant des substances dangereuses

- Les déchets dangereux sont dirigés vers un type de traitement autorisé (installations d'incinération des ordures, installations de traitement chimique et physique).
- L'élimination de ces déchets est effectuée conformément aux règles applicables pour chacun des produits chimiques de la nomenclature.

18 01 07 – Produits chimiques autres que ceux visés à la rubrique 18 01 06

- Les déchets sont éliminés conformément aux prescriptions pour chacun de leurs composants.

18 01 08* – Médicaments cytotoxiques et cytostatiques

- Ces déchets sont neutralisés à une température de 1000 °C et doivent être brûlés dans des installations d'incinération spéciales.

18 01 09 – Médicaments autres que ceux visés à la rubrique 18 01 08

- L'élimination conjointe avec d'autres déchets (par exemple 18 01 04) est possible, en prenant toutes les précautions nécessaires pour prévenir tout accès à ces substances de tiers non autorisés. Principalement calcination dans les installations d'incinération de déchets homologuées.

18 01 10* – Déchets d'amalgame dentaire

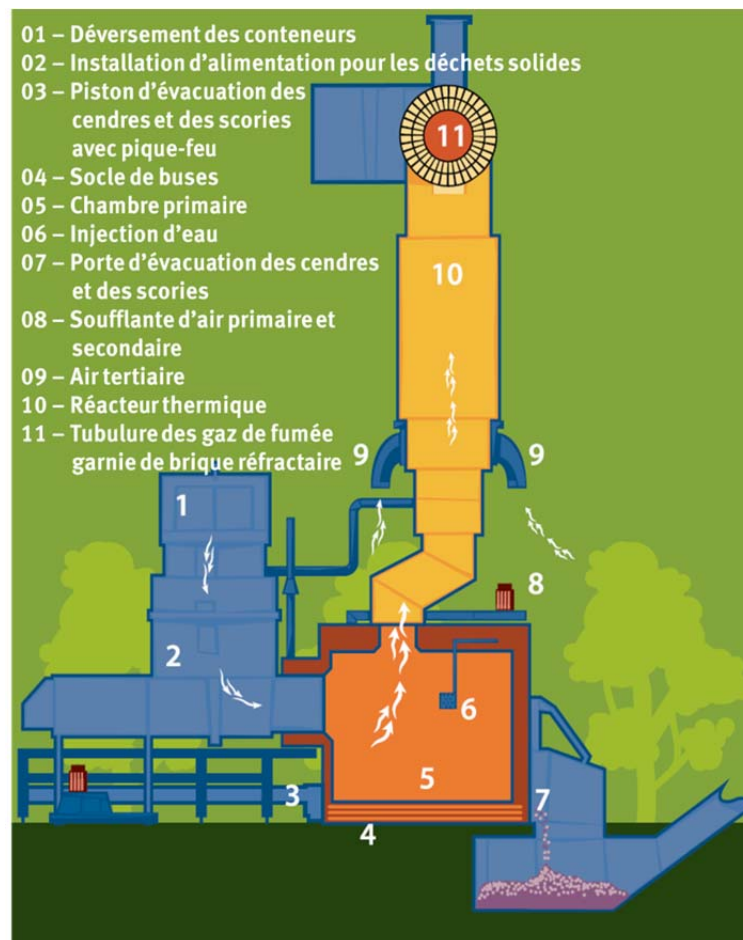
- Possibilité de récupération des matériaux par le fabricant ou le distributeur des amalgames et par le professionnel du recyclage désigné à cet effet, après désinfection des déchets.

Nous présentons ci-dessous une installation d'incinération des déchets d'hôpital qui servira d'illustration. L'incinération des déchets y est répartie en deux étages :

Chambre primaire : Dans la chambre primaire, les déchets sont allumés par un brûleur d'allumage et brûlés à une température de 400 °C à 800 °C en atmosphère privée d'oxygène (équation de réaction dite sous-stœchiométrique). Le coke de basse-carbonisation ainsi obtenu est ensuite brûlé avec suralimentation en air.

Réacteur thermique : Les gaz de cokéfaction et de combustion en provenance de la chambre primaire sont mélangés à l'air en proportion excédentaire et brûlés à une température de ~ 1.000 °C. Cet étage assure la combustion intégrale de tous les composés organiques. Les gaz de fumée qui se dégagent sont injectés dans la chambre de combustion d'un four d'incinération des ordures ménagères et passent suite les cinq étages de purification des gaz de fumée (voir aussi la fiche technique « Purification des gaz de fumée »).

Figure 26: Schéma de principe d'une installation d'incinération des déchets d'hôpital (modifié selon AVA Augsburg)



RÉFÉRENCES,
OPÉRATEURS ET
FABRICANTS

(Important : La liste d'établissements qui suit n'est nullement exhaustive.)

Il existe en Allemagne un certain nombre d'installations spéciales pour le traitement et l'élimination des déchets d'hôpitaux, bien réparties à l'échelon régional. Principales installations de référence :

Installations d'incinération des ordures ménagères avec groupes séparés pour l'incinération des déchets infectieux :

- Abfallverwertung Augsburg GmbH, Augsburg www.ava-augsburg.de
- Abfallheizkraftwerk der MVA Bielefeld-Herford GmbH, Bielefeld-Heepen www.mva-bielefeld.de

Principaux opérateurs pour les fabrications spécifiques des déchets d'hôpitaux :

Conteneurs aménagés pour les déchets infectieux :

- Firma Brosch, Winterbach www.brosch-pe.de
- Firma Infa Lentjes, www.infa-lentjes.de

Installations d'incinération des déchets d'hôpitaux :

- IFZW, Zwickau www.ifzw.de
- Michaelis, Veitshöchheim www.michaelis-umwelttechnik.de
- Ruppmann Verbrennungsanlagen Stuttgart www.ruppmann.de

Les principes, procédures et techniques essentiels relatifs à la gestion des déchets médicaux et d'hôpitaux figurent entre autres dans les publications de

- l'Organisation mondiale de la santé (OMS)
 - « [Safe management of wastes from health-care activities](#) » 2nd edition (2014)
 - « [WHO core principles for achieving safe and sustainable management of health-care waste](#) » (2007)
- Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE)
 - « [Compendium of Technologies for Treatment/Destruction of Healthcare Waste](#) » (2012)

DÉCHETS DE PEINTURE ET VERNIS

IMPORTANCE DU FLUX DE DÉCHETS :

- La collecte et le traitement des peintures et des vernis requièrent des exigences particulières du fait des substances dangereuses qu'ils contiennent.

COMPOSITION ET PRINCIPAUX COMPOSANTS

La composition des peintures et vernis varie fortement et dépend principalement des applications et des techniques de fabrication. Les peintures et les vernis ont toutefois en commun trois grandes catégories de constituants :

- les liants
- les pigments de coloration (avec pour certains une partie plomb, cadmium, chrome, nickel, chromate de zinc)
- le solvant (térébenthine, essence, alcool)
- les agents de charge
- les additifs, par exemple les agents épaississants et les agents de conservation.

La proportion de solvant peut s'établir à 80% pour les laques nitrocellulose et à 10% pour les laques à dispersion. Les peintures pour travaux d'intérieur (peintures à la colle, peintures à la chaux et peintures de dispersion) ne contiennent pas de solvant.

BASES JURIDIQUES ET DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE VALABLES EN EUROPE

Il n'existe pas pour la Communauté Européenne de réglementation spécifique du type Directive mais les dispositions sur les déchets toxiques et dangereux s'appliquent bien entendu aux déchets de peintures et de vernis contenant ces déchets. Ils sont alors classés dans les catégories de déchets appropriées et figurent au catalogue européen des déchets.

EXIGENCES FONDAMENTALES ET BASES DE LA MAÎTRISE DES DÉCHETS

Comme pour tous les autres types de déchets, la priorité absolue consiste à prévenir l'émission des déchets de peinture et de vernis. A grande échelle, cette prévention peut être réalisée par une mise en œuvre appropriée des moyens grâce à la prévision exacte des utilisations et des quantités nécessaires, par une gestion rationnelle des acquisitions et du stockage. De plus et dans de nombreux cas, il est possible de remplacer les peintures et les vernis contenant des solvants et des substances toxiques par des produits écologiques. Les déchets de peinture et les vernis contenant des solvants et de composition inconnue sont classés déchets spéciaux et doivent être traités en conséquence. Les déchets de peinture et de vernis émis dans les activités industrielles (par exemple overspray, c'est-à-dire la peinture qui passe à côté de la cible) peuvent être recyclés directement dans bien des cas parce que l'on en connaît la composition et qu'elles n'ont pas le temps de durcir.

Pour exclure toute possibilité de contamination d'autres déchets pouvant être recyclés, les déchets de peinture et de vernis doivent être collectés et ramassés séparément.

MODALITÉS ET STRATÉGIES DE COLLECTE APPROPRIÉES ET RECOMMANDÉES

La meilleure façon de recueillir les déchets de peinture et les vernis émis en grandes quantités pendant la fabrication dans les industries spécialisées (boue de peinture) consiste à mettre en place un système de collecte spécial pour les recueillir et les prendre en charge pour les diriger vers les opérateurs spécialisés.

Le moyen le plus efficace pour recueillir les petites quantités de déchets de peinture et de vernis en provenance des ménages consiste à créer des points de collecte centraux où les usagers apportent leurs déchets. A partir de là, les déchets en provenance des ménages et des PME sont dirigés vers les déchèteries. Il est aussi possible d'organiser des collectes ponctuelles, immeuble par immeuble, après notification ou à intervalles réguliers. Ce type de ramassage ne permet pas de récupérer les matériaux, par suite de la diversité et de la composition variable des déchets rassemblés. Par contre, il n'est pas possible, pour des raisons de rationalité et de rentabilité, d'organiser une collecte séparée pour les différents types de peintures et de vernis.

	<p>Ce qui importe à ce niveau, c'est que les déchets de peinture et de vernis soient stockés dans des conteneurs fermés, résistant à la rupture. Les fûts plastiques et les fûts métalliques sont conseillés pour cet usage.</p>
<p>MODALITÉS ET STRATÉGIES D'UTILISATION APPROPRIÉES ET RECOMMANDÉES</p>	<p>En général, seules les utilisations énergétiques (incinération) peuvent être envisagées pour les déchets de peinture et de vernis. Les restes sont traités comme déchets spéciaux et incinérés à 1200–1400 °C (voir la fiche technique « <u>Incinération sur lit fluidisé</u> »). Le rendement énergétique des déchets de peinture et de vernis est tel que l'on peut envisager un traitement par pyrolyse ou un traitement par pyrolyse ou une co-incinération spéciale dans certains cas particuliers. (voir la fiche technique « <u>Co-incinération industrielle</u> »).</p> <p>Après traitement préalable, les déchets hermétiquement isolés peuvent aussi être mis en décharge spéciale (voir la fiche technique « <u>Décharge de déchets spéciaux</u> »).</p>
<p>POSSIBILITÉS ET PROCÉDURES DISPONIBLES DE RECYCLAGE</p>	<p>Seuls les déchets de peinture et de vernis suffisamment purs et uniformes peuvent être recyclés et cela explique que l'on y procède uniquement dans les entreprises utilisant de grandes quantités de peinture et de vernis. A cette fin, les cabinets de mise en peinture sont équipés de séparateurs et l'aspiration de l'air passe par des laveurs spéciaux. Les boues ainsi obtenues contiennent les peintures et les vernis sous une forme réutilisable.</p> <p>Ce système de récupération est associé à des techniques d'absorption et d'adsorption pour prélever les solvants dans l'air d'évacuation.</p> <p>Il est aussi possible de récupérer certaines encres d'imprimerie mais les techniques en cause ne peuvent être utilisées que pour les grandes quantités (à partir de 100 Mg), alors que le produit recyclé est de piètre qualité et ne peut pas être utilisé pour toutes les applications.</p>
<p>RÉFÉRENCES, OPÉRATEURS ET FABRICANTS</p> <p><i>(Important : La liste d'établissements qui suit n'est nullement exhaustive.)</i></p>	<p>Etablissements et opérateurs bien établis en Allemagne dans le secteur de la mise en valeur et de l'élimination des déchets de peinture et de vernis et pour les techniques d'application:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Chemische Werke Kluthe GmbH, Heidelberg www.kluthe.de - Hunsrück-Sondertransport-GmbH, Hoppstädten-Weiersbach www.hstg.de - Sonderabfallagentur Baden-Württemberg GmbH, Fellbach www.saa.de - AVG Abfall-Verwertungs-Gesellschaft mbH, Hamburg www.avg-hamburg.de

TAPIS ET MOQUETTES

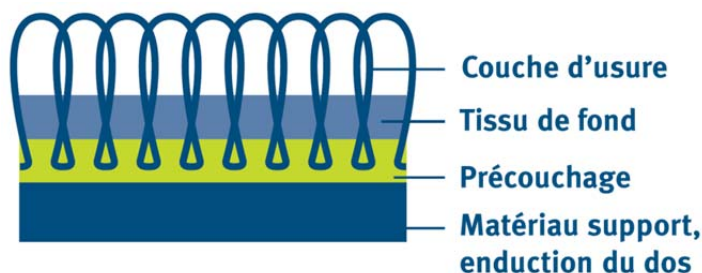
IMPORTANCE DU FLUX DE DÉCHETS :

- Les tapis et moquettes sont des déchets très volumineux qui requièrent une collecte séparée pour ne pas surcharger les systèmes de collecte courants et de manière à éviter des effets indésirables dans les installations d'élimination des déchets.

COMPOSITION ET PRINCIPAUX COMPOSANTS

La couche d'usure des tapis et moquettes, appelée en Allemagne Polgarn, est constituée, selon le type de tissage, de fibres chimiques, par exemple polyamide (PA), polypropylène (PP), polyéthylène (PE), polytéréphtalate d'éthylène (PET) ou polyacrylonitrile (PAN), de fibres végétales, par exemple le coton, le sisal, le jute et la fibre de coco, ou d'un matériau composite. Le tissu de fond est en PP ou PE. Pour le précouchage, on utilise un caoutchouc styrène-butadiène carboxylé (XSBR), tandis que l'enduction de dos est faite principalement de styrène-butadiène-styrène (SBS) moussé et réticulé, mais aussi de XSBR ou de polypropylène atactique (irrégulier (aPP) ou de caoutchouc acrylate (latex dérivé de l'ester acrylique – ACM). Les dalles moquettes sont faites au dos de polyalphaoléfine (APO), de bitume, d'éthylène – acétate de vinyle (EVA) et de chlorure de polyvinyle (PVC). Sur les tapis tissés on utilise aussi le jute pour le dos.

Figure 27: Coupe d'une moquette courante



BASES JURIDIQUES ET DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE VALABLES EN EUROPE

Il n'existe pas de réglementation spécifique pour ces déchets en Europe, mais ils tombent sous le coup de la Directive [1999/31/EC](#) concernant la mise en décharge des déchets interdisant la mise en décharge des déchets de tapis et de moquettes.

EXIGENCES FONDAMENTALES ET BASES DE LA MAÎTRISE DES DÉCHETS

Les tapis et moquettes rejetés avec les ordures sont principalement des déchets encombrants, justiciables de ce type de collecte ou du ramassage spécial des déchets industriels et commerciaux. Les matériaux présentent une forte teneur énergétique et des composants intéressants, il est souhaitable de les soumettre à un traitement. Il s'agit essentiellement, jusqu'à nos jours, d'une utilisation énergétique.

VOIES ET STRATÉGIES DE COLLECTE APPROPRIÉES ET RECOMMANDÉES

Pour les déchets de tapis et de moquettes, il est conseillé de mettre en place à grande échelle un système de collecte séparé, tel qu'il existe partiellement en Allemagne, ou bien par ramassage à destination des déchèteries municipales où ils sont pris en charge par un opérateur de retraitement, ou bien par la mise à disposition des usagers industriels et commerciaux et des ménages de conteneurs, de sacs à soufflet (voir fiche technique « [Sacs à soufflet](#) ») qui sont ramassés sur place. En l'absence de telles modalités de collecte, les déchets de tapis et de moquettes sont rejetés parmi les déchets encombrants et les déchets de chantier. Ils sont triés (voir fiche technique « [Tri et le traitement des déchets encombrants](#) ») après ramassage et dirigés vers la réutilisation.

MODALITÉS ET STRATÉGIES DE TRAITEMENT APPROPRIÉES ET RECOMMANDÉES

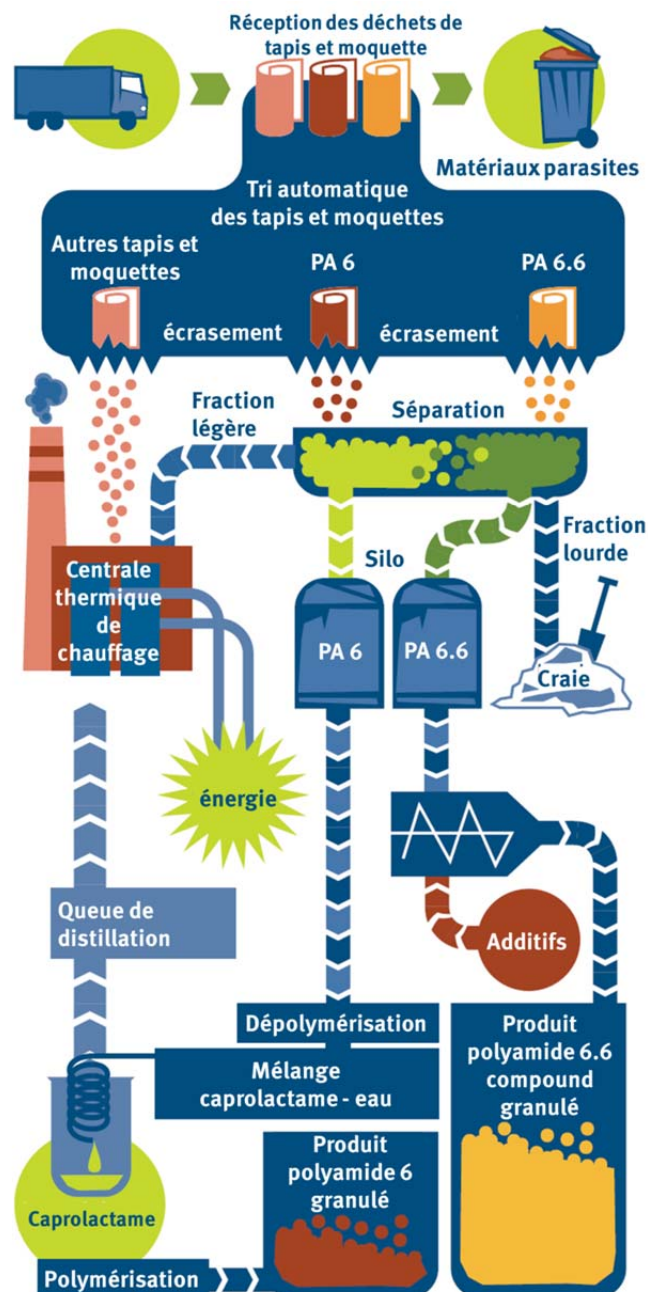
Le traitement énergétique dans les installations d'incinération des ordures ménagères et des déchets industriels et commerciaux représente toujours la modalité d'exploitation la plus répandue. Il est aussi possible de déchiqeter les déchets de tapis et de moquettes pour la co-incinération dans les cimenteries et les centrales énergétiques spécialement équipées (voir fiche technique « Co-incinération industrielle »).

L'incinération peut être remplacée par le recyclage énergétique des polyamides, du polypropylène et des tapis et moquettes de laine.

POSSIBILITÉS ET PROCÉDURES DISPONIBLES DE RECYCLAGE

Un procédé de recyclage des tapis et moquette de polyamide (PA) à grande échelle a été mis au point en Allemagne selon le schéma ci-dessous. Plusieurs installations similaires sont en service aux Etats-Unis et Carpet Recycling Europe GmbH (CRE) les approvisionne en déchets de tapis et moquettes en provenance de l'Europe. Les vieux tapis et moquettes et les restes de tapis et moquettes en PA sont traités par la voie chimique pour obtenir les polyamides ou donnent des produits de récupération.

Figure 28: Schéma du procédé de recyclage des déchets de tapis et de moquette polyamide



A la livraison, les déchets en vrac et non traités sont triés par classification spectroscopique des poils T (PA 6, PA 6.6, autres). Les tapis et les moquettes ne contenant pas de polyamide sont déchiquetés et dirigés vers les applications énergétiques. Au sortir du déchiquetage, les tapis et les moquettes polyamide sont décomposés en passant par plusieurs étages de centrifugeuse pour donner les fibres polyamide, la craie et les autres fibres (matériau support). La craie est réutilisée directement, les fibres diverses sont incinérées. Les fibres PA 6 sont d'abord soumises à un traitement chimique de synthèse du caprolactame. Après plusieurs phases de nettoyage du monomère, la polymérisation donne le polyamide 6 vierge. Ce procédé donne donc à partir des polyamides du vieux produit un matériau dont les caractéristiques sont identiques au polyamide vierge, donc apte à la fabrication de nouvelles fibres textiles. Les fibres de polyamide 6.6 sont soumises à un traitement de préparation physique donnant un granulé qui passe à l'extrudeuse pour être fondu, ensuite purifié par traitement physique, lié à des additifs dans le mélangeur mécanique pour obtenir finalement un polyamide 6.6 composite pouvant être commercialisé.

Moquettes de laine

Il existe un procédé de traitement des moquettes de laine pour en extraire les fibres de laine servant de matériau de remplissage biologique pour les panneaux d'isolation. Dans un premier temps, les déchets passent sur une batteuse-déchiqueteuse séparant les fibres de laine et de propylène. On mélange ensuite les fibres de laine et de propylène dans une proportion appropriée (par exemple 80/20), après quoi on confectionne un panneau d'isolation non consolidé. Les panneaux d'isolation sont renforcés par échauffement entraînant la fusion des fibres polypropylène (agglutination thermique). Les panneaux d'isolation obtenus de cette manière peuvent être ensuite raffinés (par exemple au sel de bore) pour obtenir une meilleure résistance à la flamme. Ce procédé donne un produit fini composé à 100% de produits de recyclage. Grâce au polypropylène, il est possible de renoncer intégralement aux durcisseurs chimiques. Les panneaux d'isolation obtenus de cette manière sont meilleur marché que les panneaux de laine vierge.

Moquettes de polypropylène

Il existe également plusieurs procédés de traitement des moquettes polypropylène pour en prélever les matériaux et les matières premières mais ils ne sont pas encore appliqués à grande échelle en Allemagne.

Refus de tri

Les mélanges de fibres et les fractions pour lesquels il n'existe pas de possibilité de traitement rentable sont triés pour donner un combustible qui sera brûlé et exploité énergiquement (voir fiche technique « Co-incinération industrielle »). Les fibres, le latex, mais aussi la craie des tapis et moquettes alimentent les fours de cimenteries et les fours à chaux, ce qui constitue pour ces matériaux une possibilité d'exploitation énergétique.

RÉFÉRENCES, OPÉRATEURS ET FABRICANTS

(Important : La liste d'établissements qui suit n'est nullement exhaustive.)

Sélection d'installations de référence pour le recyclage des déchets de tapis et moquette en Allemagne

- Recotex GmbH, Würzburg

www.recotex.de

- Pallmann Maschinenfabrik GmbH & Co. KG

www.pallmann.eu

Le projet de recherche européen RECAM (Recycling of Carpet Material)

www.cordis.europa.eu/result/rcn/80438_en.html procure toutes les informations sur les différentes phases du recyclage des moquettes, de la collecte à la fabrication des nouvelles moquettes.

La fédération professionnelle allemande du recyclage textile informe, conseille et fournit les références des fabricants et des opérateurs en recyclage textile :

- Fachverband Textilrecycling

www.bvse.de/fachverband-textilrecycling

BOUES D'ÉPURATION COMMUNALES

IMPORTANCE DU FLUX DE DÉCHETS

- Les boues des eaux usées communales contiennent des matières aptes à exercer une action fertilisante ou à améliorer la structure du sol ; la teneur en énergie et les substances, telles que le phosphore par exemple, constituent en outre des ressources exploitables. Par ailleurs, les autres composants des boues sont potentiellement nocifs pour le sol et la masse d'eau souterraine ou peuvent avoir un effet pathogène sur les organismes. L'utilisation des boues d'épuration exige donc des mesures de protection et des précautions particulières.

Il est possible d'appliquer partiellement des formules de traitement aux ordures ménagères ou bien des variantes de procédé combinées aux ordures ménagères peuvent encourager la réalisation des deux objectifs.

- Le flux de déchets est soumis à des réglementations spécifiques dans l'Union européenne.

COMPOSITION ET PRINCIPAUX COMPOSANTS

On établit en principe la distinction suivante pour les boues d'épuration générées par le traitement communal des eaux résiduaires :

- *Les boues primaires* – correspondent à la partie des boues produites sous l'effet d'une purification mécanique par des processus physiques, par ex. par la sédimentation. Ces boues représentent la majorité du volume total des boues dans les stations d'épuration. La teneur en solides se situe entre 2,5 et 3 %, tandis que le reste constitue des composés aqueux.

- *Les boues de retour* - correspondent à la partie des boues résultant du traitement biologique. Elles se forment généralement avec les boues dites secondaires – ou bien excédentaires, mais représentent ici une suspension biomasse séparée par des procédés de décantation dans les phases d'épuration intermédiaire et secondaire, laquelle, après extraction, est ensuite réinjectée dans les bassins d'activation pour y poursuivre, le cas échéant, le processus de métabolisation ou de réaction complète.

- *Les boues secondaires ou excédentaires* – correspondent à la partie des boues émises au niveau de la station d'épuration qui n'est pas reconduite au processus d'épuration biologique, mais demeure à la fin de ce processus. Ces boues ne contiennent plus qu'environ 0,5 à 1 % de particules solides, nécessitant donc un traitement supplémentaire, en générale sous forme de concentration ou de mélange avec les boues primaires.

Les boues primaires et excédentaires constituent, par conséquent, un volume de boues d'épuration qui est soumis, uniquement pour des raisons liées à leur utilisation ou élimination, à un traitement supplémentaire qui sera présenté dans la suite. On qualifié également de *boues tertiaires* le volume de boue qui doit être traité, en fonction de sa quantité et de sa qualité, par des stations d'épuration des eaux usées après une réduction du phosphore (obtenue par ex. par précipitation aux sels de fer et d'aluminium ou au lait de chaux), en vue d'une gestion efficace et sûre des déchets. Il faut noter ici que ces boues contiennent des composants tels que des métaux lourds, des agents pathogènes et des perturbateurs endocriniens qui demandent une attention toute particulière du fait de leur nocivité pour l'environnement. Parallèlement, il s'agit d'éviter une grande partie des pertes de substances précieuses qui y sont contenues, telles que les composés d'azote, de phosphate et de potassium en tant qu'éléments nutritifs pour les plantes, et si possible, d'utiliser la teneur énergétique.

Ce qui montre bien que les boues d'épuration ne doivent pas être considérées uniquement comme un déchet et un mélange de plusieurs substances, mais aussi comme une ressource à usages multiples. Les éléments caractéristiques des boues d'épuration sont l'inhomogénéité et le teneur en composants partiellement très divergente ; il est donc difficile d'en donner une composition standardisée ou moyenne qui est à traiter avec la plus grande réserve (voir Tableau 13a+b+c).

Tableau 13a : Grands repères pour les propriétés physico-chimiques des boues communales

Propriétés de base	Unité de restitution	Plage de valeurs approximatives (se référant aux données fournies par différentes sources)
Valeur pH		7,7
Perte au feu	%	45–80
Pouvoir calorifique net	MJ/kg de résidu sec (RS)	10–12

Tableau 14b : Grands repères pour les propriétés physico-chimiques des boues communales

Teneurs en boues d'épuration possédant des valeurs nutritionnelles particulières	Plage de valeurs approximatives en g/kg de masse sèche (se référant aux données fournies par différentes sources)
Phosphore (P)	2–55
Magnésium (Mg)	9–9,5
Calcium (Ca)	70
Potassium (K)	2–3
Cobalt (Co)	6–7
Molybdène (Mo)	3,5–4

La majeure partie de la matière organique contenue dans les boues d'épuration est d'origine bactérienne et donc chimiquement inoffensive, et se compose de carbone, d'hydrogène, d'oxygène, d'azote et de soufre. Mais il existe par ailleurs également des composés organiques critiques, dont les plus redoutables sont les dibenzodioxines et dibenzofurannes polychlorés (PCDD/F), les composés organiques halogénés et organostanniques. Les boues d'épuration contiennent généralement aussi des tensides et des hydrocarbures polycycliques aromatiques (HAP). Les substances organiques critiques susmentionnées sont le plus souvent issues des produits et détergents domestiques écoulés dans les eaux usées, ou proviennent aussi des articles pharmaceutiques tels que les agents de protection du bois et les substances à base d'huile. Les composés de métaux lourds que l'on trouve dans les boues d'épuration sont, à leur tour, attribuables notamment aux rejets et nettoyages des routes et des surfaces de structures anthropogéniques.

Tableau 115c : Grands repères pour les propriétés physico-chimiques des boues communales

Substances des boues d'épuration	généralement présentes en concentrations suivantes par kg de masse sèche des boues (se référant aux données fournies par différentes sources)						
	300 mg	> 100 – 300 mg	> 50 – 100 mg	5 – 50 mg	1 – < 5 mg	0.1 – < 1 mg	< 0.1 mg
Antimoine (Sb)				x			
Arsenic (As)				x			
Plomb (Pb)			x				
Cadmium (Cd)					x		
Chrome (Cr)			x				
Cuivre (Cu)	x						
Manganèse (Mn)	x						
Nickel (Ni)				x			
Sélénium (Se)					x		
Thallium (Th)						x	
Vanadium (V)				x			
Mercure					x		
Zinc (Zn)		x					
Étain (Sn)			x				
AOX	x						
PCDD/F							x
HAP						x	
DEHP				x			

Substances des boues d'épuration	généralement présentes en concentrations suivantes par kg de masse sèche des boues (se référant aux données fournies par différentes sources)						
	300 mg	> 100–300 mg	> 50–100 mg	5–50 mg	1– < 5 mg	0.1– < 1 mg	< 0.1 mg
Polybromodiphényléther							x
Biphényle polychloré (PCB)							x
Acides alkylbenzènesulfoniques linéaires (LAS)					x		

Les composants et germes pathogènes causés par la présence de bactéries, virus, parasites et vers sont d'autres substances des boues d'épuration. Leur dangerosité est liée à leur effet nocif sur les organismes d'origine humaine et animale, pouvant être causé notamment par absorption cutanée ou alimentaire. L'objectif ultime du traitement et de la maîtrise des boues d'épuration vise donc à réduire les composants potentiellement nocifs et leur spectre d'action, et à maximiser simultanément le potentiel de ressources.

BASES JURIDIQUES ET DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE VALABLES EN EUROPE

Pour les États membres de l'Union Européenne, le cadre juridique régissant l'utilisation des boues d'épuration provenant du traitement des eaux urbaines résiduaires sur les sols agricoles ou autres surfaces est fixé par le Council Directive 86/278/EEC sur la protection de l'environnement et notamment des sols lors de l'utilisation des boues d'épuration dans l'activité agricole.

Le règlement cité donne lieu depuis quelque temps à d'intenses débats et à des changements dans les considérations réglementaires, avec pour objectif d'accorder à l'avenir une attention appropriée aux dernières connaissances, en particulier sur la dangerosité et les effets de certains composants, ainsi qu'au progrès technologique en place et à l'amélioration des possibilités d'analyse. Dans certains cas, des pays ont d'ores et déjà commencé à adapter leurs règles et conceptions nationales quant à l'élimination des boues d'épuration aux nouvelles connaissances, dont l'Allemagne. Les décisions prises concernent entre autre l'abandon progressif, voire l'interdiction totale de la valorisation des boues par épandage agricole ou également la recupération de phosphore obligatoire issue aussi bien des eaux usées que des boues d'épuration ou de leurs résidus de traitement comme, par exemple, les cendres d'incinération.

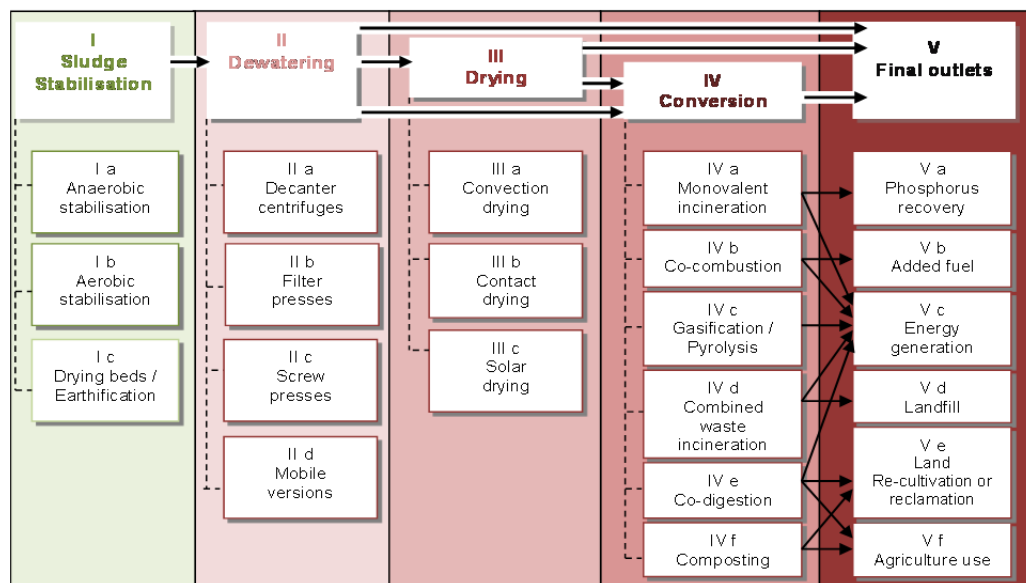
EXIGENCES FONDAMENTALES ET BASES DE LA MAÎTRISE DES DÉCHETS

Il s'agit de garantir la réduction des substances potentiellement dangereuses à un niveau non critique par le biais d'un traitement des boues d'épuration ou bien de mettre en place une forme d'élimination sûre mais censée exploiter largement les effets utiles de cette ressource. Les étapes principales nécessaires pour un traitement efficace et une valorisation ou élimination ultérieure incluent un épaissement approprié, une stabilisation et une déshydratation des boues dans les stations d'épuration. L'épaissement et la déshydratation doivent être effectués conformément aux étapes du traitement ci-dessous. On obtient des résultats optimaux, surtout si les boues subissent un prétraitement adapté en conséquence.

L'usage énergétique et matériel ainsi que le dépôt de boue exigent différentes étapes de pré- et post-traitement. Il convient, dans un premier temps, de minimiser la production des boues excédentaires dans les stations d'épuration des eaux résiduaires en envisageant un processus optimal et des mesures complémentaires destinés à alléger le traitement et à réduire les coûts.

Les différentes étapes de traitement plusieurs disposent généralement de plusieurs options de procédé et de technologies susceptibles, selon l'objectif visé, de se substituer partiellement ou de se combiner ensemble. Un aperçu général est indiqué à ce sujet à la Figure 29.

Figure 29: Aperçu des techniques et combinaisons de traitement principales des boues d'épuration



La gestion de l'exploitation, les mesures de protection et de surveillance, y compris les mesures analytiques de contrôle de toutes les étapes de traitement devront être de nature à réduire ou exclure les risques liés aux composants dangereux et produits de traitement. Pour cela, il faudra fixer et saisir des paramètres de contrôle critiques et des valeurs indicatives pour chacun des procédés/produits, en tenir compte en conséquence pour la gestion de l'exploitation ou de s'en servir pour leur optimisation. Figure

Tableau 16 donne un aperçu de l'importance spécifique au processus de certains paramètres.

Tableau 16: Importance de plusieurs paramètres pour les processus de traitement/d'élimination des boues.

Méthode de traitement et d'élimination des boues d'épuration													
Paramètres	Sédimentation	Stabilisation				Épaississement	Déshydratation	Séchage	Transport	Brûlure	Compostage	Utilisation dans l'activité agricole	Décharge
		aérobie	anaérobie	chimique	hydrothermal								
Température		x	x				x	x		x	x		
Densité						x		x	x				
Viscosité/coulabilité							x	x	x	x		x	x
Décantation	x					x	x						
Concentration de solides	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Perte au feu		x	x	x	x				x	x	x	x	x
Fermentescibilité			x										
Valeur pH		x	x	x			x				x	x	
Acides volatils			x										
Teneur en graisse/huile		x	x									x	
Concentration de métaux lourds			x							x	x	x	x
Concentration de nutriments		x	x								x	x	
Taille des particules	x					x	x						
Pression capillaire						x	x						
Résistance spécifique						x	x						
Compressabilité							x						
Filtrabilité/capacité de centrifugation							x						
Valeur calorifique										x			
Lixiviation													x
État microbien		x	x								x	x	

Source : ISWA/EEA, 1997

<p>VOIES ET STRATÉGIES DE COLLECTE APPROPRIÉES ET RECOMMANDÉES</p>	<p>Étant donné que les boues sont générées par des processus mécaniques et biologiques de l'épuration des eaux résiduaires, elles sont produites, en premier lieu, dans les stations d'épuration des eaux usées, donc en plus grande partie dans les installations municipales. Les déchets ne font plus l'objet d'une collecte ou ramassage spécial, dans la mesure où les boues d'épuration sont d'abord traitées directement sur le site de production, à savoir sur le site de la station d'épuration.</p> <p>Certaines quantités de boues d'eaux usées et fécales sont cependant, dans certaines circonstances ou dans certaines zones, produites également dans des fosses septiques domestiques, des cuves ou de petites installations d'épuration qui requièrent ensuite leur collecte et leur transport jusqu'à des installations appropriées pour un traitement ultérieur. On utilise pour cela des véhicules citernes spéciaux qui sont en mesure d'aspirer les boues souvent très fluides au moyen de pompes et de conduites d'aspiration embarquées et d'en assurer le transport sans pertes.</p>
<p>MODALITÉS ET STRATÉGIES DE TRAITEMENT APPROPRIÉES ET RECOMMANDÉES</p>	<p>Les méthodes de traitement des boues d'épuration comportent des processus d'épaississement des boues, de stabilisation biologique, de déshydratation, de séchage et de transformation de la matière qui aboutissent à l'hygiénisation, l'immobilisation des substances nocives et à la minéralisation des composants organiques. Il convient de souligner que chaque étape du processus et chaque variante de procédé présentent des avantages et des inconvénients spécifiques (qui peuvent s'étendre des options subséquentes au traitement ultérieur ou au recyclage) et qu'aucune modalité de traitement ne peut donc être considérée comme la solution idéale à privilégier. Il est essentiel de tenir compte en plus des impacts liés à l'environnement et des répercussions économiques, également des conditions et des besoins locaux respectifs et de les intégrer dans les décisions concernant le traitement et le choix des solutions d'élimination et des techniques.</p> <p><u>Épaississement des boues :</u></p> <p>L'épaississement est la première étape de la réduction du volume des boues extraites de la filière d'eau. Il permet, comme dans le cas des cuves de sédimentation, de déposer les composants solides dans le fond pour y concentrer les particules solides. D'autres variantes d'épaississement consistent à provoquer un compactage mécanique de la boue (par ex. en passant des disques ou des corps de vis) assurant une séparation des liquides de l'ensemble du flux de matière.</p> <p>La diminution du volume des boues joue un rôle important, en particulier en termes d'utilisation plus efficace des capacités de stockage, de transport et de réduction de la quantité de matières à traiter. Après l'épaississement, on pourra généralement renoncer à un traitement supplémentaire des boues brutes, uniquement si celles-ci sont remises immédiatement dans une installation destinée à l'incinération des boues brutes.</p> <p><u>I. Stabilisation :</u></p> <p>La stabilisation des boues d'épuration peut inclure des méthodes chimiques, biologiques et thermiques. La boue stabilisée avec des teneurs réduites en polluants offre une sécurité accrue, également du point de vue de l'accès généralisé aux différentes options d'élimination et d'enlèvement. Objectifs principaux de la stabilisation :</p> <ul style="list-style-type: none"> - réduction de la capacité de réaction des boues ; - réduction du volume total des boues et dégradation des particules solides ; - amélioration des propriétés de déshydratation ; - récupération et utilisation possibles du biogaz, en revanche au détriment d'une réduction du pouvoir calorifique des boues stabilisées ; - mise en place d'un emmagasinage temporaire et d'un parc de stockage destinés à uniformiser le processus de traitement. <p>Les diverses options de valorisation des boues d'épuration demandent ou impliquent un niveau de stabilisation différent. En principe, il est envisagé ou recommandé :</p> <ul style="list-style-type: none"> - qu'une stabilisation des boues soumises à des processus thermiques ou des transformations biologiques ne soit pas obligatoire (dans la mesure où, pour des raisons de transport, de sécurité de stockage ou d'odeurs, aucune revendication n'est émise en la matière) ;

- que les boues soient entièrement stabilisées pour l'usage agricole (indépendamment de la teneur en solides au moment de la valorisation) ;
- que les boues soient entièrement stabilisées pour l'usage paysager (en cas de faible teneur en solides au moment de la valorisation) ;
- qu'un état semi-stabilisé des boues déshydratées ait été créé pour les utiliser pour la remise en culture ou les aménagements paysagers ;
- que, si la mise en décharge des boues d'épuration constitue une condition minimale s'avérant pertinente et nécessaire, une déshydratation ou bien également un séchage des boues et une stabilisation partielle voire intégrale (selon la technique disponible) devront être réalisées.

La stabilisation par le biais d'adjuvants chimiques, notamment de la chaux vive, permet certes une stabilisation relativement rapide mais pas obligatoirement continue et durable et n'a donc pas la même efficacité que celle obtenue par des processus biologiques. Pour les procédés de stabilisation biologique, il convient de faire en particulier une distinction entre des processus à base d'oxygène (procédé aérobie) et ceux excluant largement l'oxygène (procédé anaérobie).

L'hydrolyse chimique ou thermique pratiquée en amont ou intégrée au processus lorsque l'on utilise des procédés anaérobies contribue à une augmentation de la production de biogaz et une amélioration du résultat de la stabilisation.

Néanmoins, les procédés anaérobies visant l'incinération des boues sont contra-productifs car ils réduisent le pouvoir calorifique.

Tableau 117: Différences substantielles dans les caractéristiques des procédés de stabilisation biologique pour les boues d'épuration

	Procédé anaérobie	Procédé aérobie
Caractéristiques essentielles du procédé	<ul style="list-style-type: none"> • La charge organique et donc aussi le volume des boues sont réduits par dégradation biologique en l'absence d'air (digestion anaérobie). • Cette méthode de stabilisation est généralement exécutée dans des cuves de fermentation (ou des digesteurs) dans une plage de températures mésophile (30–38°C) ou thermophile (49–57°C) et elle dure environ 20–30 jours. • Le gaz méthane (ou biogaz) fourni quasiment comme produit secondaire peut être exploité énergétiquement. • La combinaison de l'énergie et de la chaleur produites qui se libère lors de l'incinération du biogaz et est utilisée pour un séchage des boues d'épuration constitue une solution extrêmement efficace et économiquement pertinente. • Un autre effet de la méthanisation est l'obtention d'un meilleur procédé de déshydratation des boues restantes. • Les investissements spécifiques pour des digesteurs classiques ovales sont de l'ordre de 600 à 1000 EUR/m³ de volume fermenté ; les charges supplémentaires de personnel par installation s'élèvent à 8-10 heures/mois. 	<ul style="list-style-type: none"> • L'adjonction d'oxygène stimulent les microorganismes contenues dans les boues, transformant ainsi les composants organiques en substances humiques et minérales. • Les bassins d'activation équipés de diverses techniques de ventilation (par ex. ventilateurs centrifuges, brosses rotatives, rotors et fonctionnant avec d'autres unités de ventilation telles que les diffuseurs à membrane) assurent une stimulation et une activité microbiologiques optimales. • D'autres alternatives pour ce mode de stabilisation forcée consistent à composter les boues (<u>voir fiche technique « Compostage »</u>) ou de les transformer en humus (moyennant par ex. des lits plantés de roseaux spécialement conçus à cet effet). • Le volume d'investissement approximatif dans une installation de transformation des boues d'épuration en humus s'élève en Allemagne à env. 60 EUR/m² de zone de traitement totale (installations annexes et structures d'accompagnement comprises).

Une cascade de nitrification permet de contribuer en plus à la stabilisation et de réduire les concentrations indésirables, dont profite en particulier un procédé aérobique subséquent.

Il faut, dès le niveau de stabilisation, tenir compte également de l'application d'options de récupération du phosphore (voir fiche technique « Récupération du phosphore »)

II. Déshydratation :

La réduction de la fraction liquide contenue dans les boues d'épuration contribue sensiblement à accroître l'efficacité du traitement et surtout à assurer le transport plus économique des masses de boue. L'étape technique de la déshydratation qui succède à l'épaississement permet de diminuer la teneur en eau des boues. Ce processus sert à augmenter la fraction solide des boues encore à utiliser qui, après filtration, se présente sous forme de « gâteau » solide. La séparation liquide des boues s'opère de différentes façons, par ex. par une toile textile dans des filtres-presses ou bien au moyen de décanteurs centrifuges, de presses à disques ou à vis sans fin. En particulier l'augmentation du pouvoir calorifique après la déshydratation joue un rôle important dans l'utilisation des boues dans des installations thermiques.

Les techniques de déshydratation mécanique des boues permettent d'obtenir généralement des concentrations en solides de l'ordre de 20 à 45 %, mesurées comme résidus secs (RS). Le degré de déshydratation réalisable mécaniquement dépend principalement de la technique utilisée, de la nature et de la composition des boues d'épuration, ainsi que du conditionnement des boues éventuellement effectué dans ce cadre. Des résultats de déshydratation supérieurs à 10% de RS impliquent normalement un conditionnement chimique en amont, moyennant des flocculants et des additifs de floculation qui agglomèrent les particules fines et colloïdales en suspension dans l'eau des boues sous forme de macroflocons plus importants qui se séparent ainsi de la fraction liquide.

On distingue les agents de conditionnement/de floculation anorganiques qui comprennent, entre autres, les sels de fer et d'aluminium, le lait de chaux et le carbone. Les agents de floculation organiques se présentent en revanche sous forme de polymères organiques. L'utilisation des sels de fer et d'aluminium est très souvent liée à la recherche d'une réduction de la teneur en phosphates à la suite de la déshydratation, qui permet d'augmenter la fraction de résidu sec contenue dans les boues de 5%, voire plus. Toutefois, l'utilisation des sels fait monter également le taux de substances non combustibles (en particulier les cendres) dans les boues déshydratées. Les agents de conditionnement et de précipitation organiques sont donc un bon choix lorsque l'on recherche une application thermique des boues.

L'énergie nécessaire pour passer la siccité des boues d'épuration de 5% à 35 % à l'aide d'un dispositif de déshydratation se situe en moyenne dans une plage de 3–5 kWh_{electr.} par kg H₂O.

III. Séchage :

Il existe plusieurs raisons qui expliquent pourquoi un séchage supplémentaire des boues d'épuration peut s'avérer pertinent après la déshydratation. Les principaux arguments pour retenir cette option sont les suivants :

- une diminution supplémentaire de la quantité de boue qui doit être de nouveau conditionnée ou éliminée ;
- une augmentation du pouvoir calorifique des boues ;
- l'obtention d'un effet de stabilisation et d'hygiénisation supplémentaire ;
- le stockage et le transport se simplifient et deviennent plus efficaces ;
- les problèmes découlant de la gestion des substances semi-liquides ou pâteuses (par ex. la démixtion, l'extraction incontrôlée des polluants) sont minimisés et l'applicabilité des recyclages subséquents accrue (par ex. par un dosage très précis).

Les principaux inconvénients d'un séchage : des investissements plus importants et des besoins énergétiques supplémentaires. En effet, des apports énergétiques très élevés sont nécessaires pour évaporer l'eau résiduelle contenue dans les boues sous l'effet de la chaleur. L'application subséquente des boues détermine le degré de séchage nécessaire. Un examen des aspects économiques (analyse coûts/bénéfices) est donc conseillé avant d'utiliser le séchage. Un séchage rentable est réalisable, surtout lorsque la bonne disponibilité de l'ex-

cèdent de chaleur issu d'autres processus ou de l'exploitation de l'énergie solaire est garanti pour le séchage, et dans la mesure où le produit séché est ensuite commercialisé ou utilisé comme combustible secondaire.

35 % de résidu sec suffisent en général pour incinérer des boues brutes dans des installations appropriées, sans apport supplémentaire de combustibles, avec un équivalent minimum d'env. 45 à 55 % dans des boues déjà digérées, étant donné que la fraction de matériau organique combustible conservée après méthanisation est inférieure. Les boues d'épuration brûlent en outre, sans apport supplémentaire de combustibles, à partir d'un pouvoir calorifique d'environ 4500 à 5000 kJ/kg et leur séchage permet de porter cette valeur jusqu'à 13000 kJ/kg, situant ainsi le pouvoir calorifique d'une boue séchée au rang de celui du bois ou du carbone séché.

Les boues d'épuration sont séchées dans des installations séparées ou directement liées aux processus de traitement des eaux usées. En principe, on utilise le plus souvent les méthodes de séchage ci-après, partiellement voire même sous forme combinée :

- séchage par contact (moyennant par exemple des sècheurs à couche mince, à disques ou centrifuges) ;
- sècheur à convection ou à rayonnement (moyennant par ex. des sècheurs à bande, à tambour, à lit fluidisé, à courant d'air froid) ;
- sècheur solaire.

Le procédé de séchage solaire repose sur l'échauffement des boues et leur séchage par le rayonnement solaire sous serre (voir fiche technique « [Séchage solaire](#) »). Cette forme de séchage destinée aux boues d'épuration est de plus en plus demandée. Cependant, par rapport aux autres moyens de séchage, le débit de boue est nettement plus faible dans des installations de séchage solaire, voire même très faible, comparativement aux méthodes thermiques et l'espace requis pour ces installations est nettement supérieur.

Le séchage des boues d'épuration se pratique généralement à différentes échelles :

- le séchage partiel jusqu'à une fraction de 60 à 80 de RS ;
- le séchage intégral jusqu'à une fraction de 80 à 90 de RS ;

Un apport énergétique approximatif de 70-80 kWh_{therm} par kg de H₂O évaporée est nécessaire pour porter le séchage des boues épaissies ou déshydratées de 25 % à 90 % de RS à l'aide des procédés par contact ou à convection.

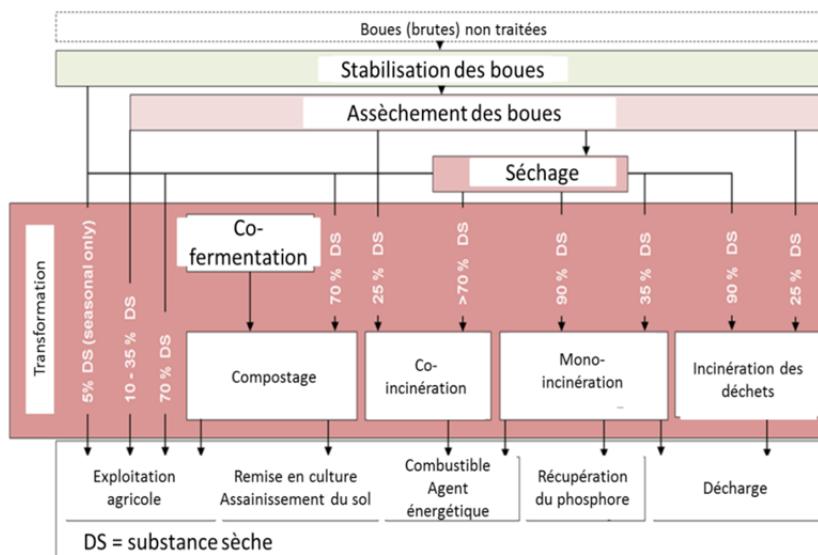
L'option de séchage partiel présente un intérêt notamment lorsque les boues sont utilisées ensuite dans des réacteurs thermiques de grande efficacité énergétique (par ex. des fours à lit fluidisé ; voir fiche technique « [Incinération en lit fluidisé](#) ») pour assurer plus efficacement la phase finale indispensable du séchage du substrat. Un séchage partiel devrait dès lors avoir lieu, uniquement jusqu'au moment où le degré de séchage des boues suffit pour contribuer positivement au bilan énergétique général du processus d'incinération. Les boues séchées présentent les propriétés d'une substance friable ou d'un granulé et, selon d'autres caractéristiques et homologations, on les utilise comme combustibles supplémentaires dans des centrales électriques ou des fours à ciment. Les boues doivent être en revanche complètement séchées, en particulier dans la production de ciment ; c'est également un avantage, mais pas une obligation, pour leur utilisation dans des centrales. Les centrales au charbon disposent souvent en amont d'un processus de broyage du charbon dans lequel peuvent être intégrés les boues d'épuration pour le séchage final, ce qui permet dès lors d'incorporer les matières en suspension des boues d'une teneur située entre 20 et 35 % de RS dans la combustion de la centrale. Les installations d'incinération des déchets (voir fiche technique « [Four à grille](#) ») sont normalement en mesure d'utiliser des boues d'épuration seulement à l'état déshydraté, partiellement ou entièrement séchées. Dans les zones produisant des déchets à haut pouvoir calorifique (9000 kJ/kg et plus) qui sont brûlés dans ces installations, il est parfaitement possible de mélanger exclusivement des boues déshydratées aux autres déchets incinérés. En pratique, ceci est réalisé avec un mélange de maximum 10 % du poids.

POSSIBILITÉS ET PROCÉDÉS DISPONIBLES POUR L'USAGE MATÉRIEL ET ÉNERGÉTIQUE

Il existe un éventail de possibilités relativement large englobant le traitement et la conversion des boues d'épuration dans le but d'utiliser leurs composants précieux ou leur teneur énergétique ou de neutraliser leurs substances potentiellement dangereuses ou d'interdire dans une plus large mesure leurs effets néfastes pour l'environnement. Un grand nombre de processus en question correspond aux technologies standard qui sont également appliquées à d'autres flux de déchets, dont parmi les ordures ménagères. On peut parler d'une conversion ou transformation des boues d'épuration par cette technologie, étant donné que leurs caractéristiques d'origine sont éliminées et certaines fractions de matériaux réutilisées. Afin de pouvoir mettre en œuvre ces processus d'utilisation et d'assurer autant que possible leur sécurité et efficacité, des étapes de pré-traitement déjà mentionnées, telles que la dés-hydratation et/ou le séchage Séchages sont en partie absolument nécessaires ; il est possible toutefois, dans des circonstances particulières, d'emprunter l'une ou l'autre filière relativement directe de traitement et de recyclage des déchets après avoir exécuté une stabilisation simple.

Figure 30 donne un aperçu à ce sujet.

Figure 30: Procédé employé pour le recyclage final des boues d'épuration et aperçu des exigences



Pour que les capacités disponibles dans un pays pour le recyclage final des boues d'épuration puissent être pleinement exploitées, il est recommandé aux exploitants des stations d'épuration et des installations de traitement de mettre en place des possibilités de stockage ou un accès à celles-ci. Une capacité de stockage couvrant les déchets produits au cours d'une année est donc considérée comme solution optimale, mais la capacité minimale doit suffire pour accueillir la production de déchets d'un trimestre, ou de préférence d'un semestre.

IV a-c. Conversion hydrothermale et procédé de valorisation:

La conversion hydrothermale des boues d'épuration est réputée comme la méthode de destruction la plus sûre et de neutralisation d'une grande partie des composants des boues potentiellement dangereux ; étant donné que des raisons s'opposent de plus en plus à poursuivre d'autres options (notamment la mise en décharge et la valorisation agricole), cette méthode semble être la solution d'élimination la plus envisageable. L'incinération des boues d'épuration compte toutefois parmi les solutions les plus coûteuses par rapport aux options alternatives existantes pour leur élimination, et des conditions de processus particulières doivent être respectées. Quelques-uns de principaux facteurs à respecter pour la valorisation hydrothermale :

- la composition des boues (entre autres l'origine de la boue et le niveau de traitement) ;
- le résidu sec et donc également le pouvoir calorifique (les deux présentent typiquement une plage de variance relativement large mais revêtent une importance particulière pour l'incinération) ;

- le degré de stabilisation (en vue des précautions particulières pour le stockage et le chargement) ;
- le mode de stabilisation (des processus de méthanisation ont-ils eu lieu ou non) ;
- les modes utilisés et les teneurs en agents de concentration.

Mono-incinération est un mode d'incinération spécialement adapté au courant des boues d'épuration, principalement dans le but de l'utilisation efficace de la teneur énergétique et à la fois d'une destruction ou d'un isolement durable des composants dangereux. De telles installations ont été jusqu'à présent construites en particulier directement sur le site de la station d'épuration, ce qui présente pour l'exploitant l'avantage de pouvoir coordonner de manière optimale les deux processus – traitement et élimination des boues – et d'en exploiter les synergies, ce qui lui permet de bénéficier d'une large indépendance à l'égard des autres installations et capacités d'élimination. Une valeur ajoutée particulière résulte de l'énergie et de la chaleur obtenues au moment de l'incinération, des ressources idéales pour le fonctionnement de la station d'épuration qui permettent même une autosuffisance énergétique. Les technologies utilisées pour la mono-incinération et les unités d'incinération peuvent être de types différents et présenter des avantages et des inconvénients spécifiques. Tableau 118 ci-après donne un aperçu.

Tableau 118: Aperçu des techniques utilisées principalement pour la mono-incinération des boues d'épuration

	Four à lit fluidisé	Four à étages	Cyclone à étages	Cyclone à fusion
Caractéristiques essentielles	Aucune pièce mobile, nécessite donc relativement peu d'entretien.	Fonctionne sans phase de préséchage, structure plus complexe composée de pièces mobiles et d'anneaux creux refroidis	Fonctionne sans phase de préséchage, anneaux creux mobiles, faible volume du lit fluidisé	Aucune pièce mobile, nécessite donc relativement peu d'entretien. Sans utilisation de matériaux pour un lit fluidisé
Fonctionnement	Démarrage et arrêt rapides grâce aux courts cycles de chauffage et de refroidissement, exploitable de façon discontinue	Temps de mise à température et de démarrage plus longs, régime de fonctionnement continu	Temps moyens de mise à température,	similaire au four à lit fluidisé, grande flexibilité en mélange de combustibles
Processus de combustion	Faibles besoins en excédent d'air, la combustion totale se déroule au-dessus du lit	Combustion totale plus difficilement contrôlable, moins sensible aux variations d'alimentation en combustible et de granulométries	Très faibles besoins en excédent d'air, bonne régulation de la combustion, se fait principalement sur le lit, plutôt insensible aux variations de qualité des boues	Régulation de l'air et des types d'alimentation très variable, courts temps de résidence
Poussière de gaz	élevée	faible	élevée	élevée
Extraction de cendres	par le flux de gaz d'échappement et par le remplacement du lit de sable	par l'étage de chaudière le plus bas	par le flux de gaz d'échappement et par le remplacement du lit de sable	par le flux de gaz d'échappement, les grosses particules au fond de la chaudière
Résidus d'incinération	Cendres Matériau de lit fluidisé	Cendres	Cendres Matériau de lit fluidisé	Cendres, contenant parfois de grosses particules

La technique du lit fluidisé stationnaire (voir fiche technique « Incinération en lit fluidisé ») connaît ces dernières années une forte croissance et est actuellement la technologie privilégiée destinée à la mono-incinération des boues d'épuration qui permet de récupérer le phosphore (voir fiche technique « Récupération du phosphore ») par les cendres des boues incinérées.

La **co-incinération** utilisée dans les usines de production et les fours industriels acquiert une importance grandissante lors de la valorisation des boues d'épuration. Les boues d'épuration peuvent être co-incinérées comme combustibles d'appoint dans des fours à ciment ou à sole des usines de chaux mais aussi dans des centrales au charbon (voir fiche technique « Co-incinération industrielle »). Si les boues utilisées ont été suffisamment traitées (voir à ce sujet les explications au chapitre Séchage), la majorité des installations de co-incinération mentionnées rencontre, à vrai dire, peu de problèmes pour admettre le matériau, le diriger vers le processus d'incinération où il sera brûlé ; sinon, il existe des approches relativement simples qui ont fait leurs preuves pour adapter les installations et résoudre ce genre de problèmes. Les boues utilisées pour la production de ciment peuvent non seulement remplacer une partie des combustibles fossiles nécessaires, mais leurs composants minéraux fournissent aussi en plus une partie des matières premières entrantes sous forme de sable et de minéraux de fer.

La chaux dégagée par le feu est donc apportée à raison d'environ 15 % de la puissance thermique comme combustible d'appoint aux fours à ciment et à sole de l'industrie de la chaux. On utilise, outre les boues d'épuration, également d'autres déchets du traitement des eaux usées dans ces installations d'incinération, incluant les boues flottantes, foisonnantes, les matériaux filtrés et les contenus des séparateurs de graisse. Pour les centrales au charbon, la fraction courante des boues d'épuration fournies se situe actuellement, selon le taux d'émissions, à environ 5 % de la masse combustible. L'injection de charbon pulvérisé ou la combustion en lit fluidisé constituent des procédés courants en la matière. Les centrales n'acceptent généralement que des boues d'épuration stabilisées pour l'incinération, étant donné que les risques que présentent les boues brutes et les difficultés que posent la gestion et notamment le stockage temporaire, augmentent. Un examen comparatif des procédés de co-incinération dans les centrales figure au Tableau 119.

Tableau 119: Différences substantielles dans les caractéristiques de la co-incinération des boues d'épuration dans des centrales au charbon

	Propriétés du combustible	Processus d'incinération	Co-incinération des boues d'épuration
Centrale houillère	Teneur en eau du charbon : 7–11%, pouvoir calorifique : 27–30 MJ/kg	Injection de charbon pulvérisé, four cyclone à fusion ou combustion en lit fluidisé circulant	Faible capacité de séchage du charbon broyé limitant la fraction chargée en boues d'épuration
Centrale au lignite	Teneur en eau du charbon : 46–60 %, pouvoir calorifique : 8,5–12,5 MJ/kg	Injection de charbon pulvérisé, combustion en lit fluidisé circulant	Les teneurs en métaux lourds limitent la fraction chargée en boues d'épuration

Le principal inconvénient de la co-incinération industrielle réside dans l'impossibilité de récupérer le phosphore (voir fiche technique « Récupération du phosphore »).

En plus des procédés principaux mentionnés concernant l'exploitation thermique des boues d'épuration, et autrement que pour le reste des déchets municipaux, certaines méthodes alternatives issues des techniques de pyrolyse et de gazéification ont également déjà réussi à

s'établir quelque peu, et spécialement pour ce courant de matériaux.

Ils comprennent le procédé PYREG® par exemple. Que celui-ci se soit mieux imposé ici que dans d'autres domaines s'explique notamment par la structure du substrat des boues d'épuration nettement plus homogène par rapport aux mélanges d'autres déchets solides. Toutefois, son acceptation sur le marché est resté en général relativement timide et ne révèle pas encore de tendance manifeste.

POSSIBILITÉS ET
PROCÉDÉS DIS-
PONIBLES POUR
L'USAGE MATÉRIEL
ET ÉNERGÉTIQUE

- Suite -

IV e-f. Transformation biologique et utilisation subséquente des boues d'épuration :

La **production de biogaz obtenu à partir des boues d'épuration** est généralement connue des procédés biologiques de la stabilisation qui ont déjà été esquissés dans cette fiche technique au chapitre afférent au traitement. Les boues brutes peuvent constituer une filière alternative qui consiste à mélanger ces boues avec des déchets appropriés issus de biodéchets collectés et à les utiliser dans des procédés de co-méthanisation précisément pour produire du biogaz. Un mélange optimal avec d'autres substances fermentescibles, telles que les déchets alimentaires et ceux de cuisine, permet, grâce à une gestion adaptée dans les unités de méthanisation modernes, d'accroître sensiblement le rendement en biogaz à un niveau nettement supérieur à celui que généreraient à elles seules les boues d'épuration ou les biodéchets au cours d'une méthanisation normale (voir fiche « Méthanisation »).

Il est possible d'utiliser le biogaz produit qui a été purifié et traité pour obtenir un gaz de multiples façons d'une qualité équivalente au gaz naturel :

pour les véhicules ou bien également pour produire de la chaleur que l'on peut injecter dans le réseau de chauffage et employer dans la mise en œuvre de procédés dans les stations d'épuration ou le séchage des boues d'épuration.

Figure 31: Éléments essentiels d'une installation de co-méthanisation pour les boues d'épuration avec des biodéchets (source : INTECUS)



Une **valorisation pour l'usage agricole ou paysager** n'est envisageable que pour des boues d'épuration complètement stabilisées et considérées comme non dangereuses du point de vue de leur composition, et qui ont été traitées en conséquence, soigneusement analysées et certifiées. Les pays disposent généralement d'instructions et de critères d'admissibilité qui réglementent leur utilisation. En outre, il est possible de composter des boues de qualité appropriée qui assurent une hygiénisation suffisante et une neutralisation des germes pathogènes (voir fiche technique « Compostage »). Pour cette opération, on ajoute des boues d'épuration ou des résidus issus de la méthanisation à d'autres matières entrantes compostables, de manière à respecter scrupuleusement toutes les valeurs de sécurité et de qualité existantes pour le produit de compost final. Un compost certifié constitue un engrais organique stabilisé ayant une teneur moyenne en nutriments qui permet d'améliorer les qualités du sol dans des régions dans lesquelles l'apport en humus fait défaut. Le compostage accélère ainsi la libération régulière des éléments nutritifs et la disponibilité de la teneur en nutriments pour les plantes. Pour éviter également une transmission potentielle des composants dangereux, les boues d'épuration sont généralement exclues des sols destinés aux cultures biodynamiques et ceux également fournissant directement des aliments, c'est-à-dire des terres réservées à la production fourragère, fruitière ou légumière.

La qualité de la production, la sécurité de l'environnement et de l'hygiène des produits ferti-

	<p>lisants à base de boues d'épuration sont une priorité absolue qui impose donc la mise en place de mécanismes internes et externes. Le fabricant de ce genre de produits devrait, chaque fois que possible, s'affilier à un système d'assurance de la qualité et de surveillance des produits. Un tel système inclut, par exemple, des analyses régulières en laboratoire, dans la mesure où celles-ci ne sont pas déjà obligatoires, et une certification correspondante.</p> <p>L'injection des boues d'épuration dans les processus du traitement mécano-biologique (TMB) des déchets municipaux (voir fiche technique « <u>Traitement mécano-biologique</u> ») n'a de sens que si une méthanisation de la fraction biologique fait partie intégrante de ces processus ou du lieu de production de stabilat qui sera ensuite utilisé comme combustible d'appoint dans des procédés thermiques. Des TMB visant exclusivement les boues d'épuration seraient une solution inefficace et ne sont donc pas d'usage.</p>
<p>POSSIBILITÉS D'ÉLIMINATION FINALE</p>	<p>Il est possible de réaliser une incinération des boues d'épuration avec d'autres déchets (résiduels) qui a généralement pour seul but de détruire en toute sécurité les composants potentiellement dangereux et de minéraliser la fraction organique pour réduire ainsi au minimum la quantité de résidus. Dans l'idéal, le processus est lié à la récupération de l'énergie. Les installations d'incinération grand volume des déchets municipaux, appelées en Allemagne également centrale fonctionnant en cogénération, s'y prêtent parfaitement et sont équipées d'une technologie de chaudière standard et d'un four à grille (voir fiche technique « <u>Four à grille</u> »), d'une technique d'épuration et de surveillance des fumées.</p> <p>L'art et la manière de charger le matériau pour l'introduction des boues d'épuration dans le processus d'incinération des déchets constitue une des différences principales avec d'autres processus thermiques, ce qui peut induire des investissements plus importants, par ex. dans des installations d'injection appropriées ou des aires de stockage temporaire et des techniques de surveillance supplémentaires. Une solution possible en présence de plus grandes quantités de déchets et à défaut de parc de stockage intermédiaire consiste à épandre et à incorporer continuellement les boues d'épuration suffisamment déshydratées et à structure grossière dans les déchets contenus dans la trémie d'alimentation.</p> <p>La pulvérisation sur le lit fluidisé de l'incinération (principalement dans la zone de combustion) peut présenter des aspects positifs sur certaines installations (surtout sur celles qui opèrent avec des fractions de déchets à fort pouvoir calorifique) en exploitant l'humidité des boues comme moyen supplémentaire de régulation du régime thermique (refroidissement des pics) et de formation d'oxyde d'azote primaire. Afin de pouvoir maîtriser correctement la gestion complexe des processus lors du chargement des boues d'épuration dans les centrales fonctionnant en cogénération, la teneur des matériaux entrants contenus dans le four à grille est limitée à ~10% maximum.</p> <p>L'épuration des fumées fait partie intégrante du processus d'incinération des déchets destinée à lier les composés dangereux résultant des réactions thermiques ou à les filtrer du flux d'émission. Les oxydes d'azote et les charges gazeuses contenant du mercure présents dans le courant de gaz de fumée exigent une attention particulière (voir fiche technique « <u>Épuration des fumées</u> »).</p> <p>La mise en décharge des boues d'épuration n'est pas une option à préconiser car elle entraîne non seulement la perte complète des ressources exploitables, mais les boues apportent en plus de l'humidité et des charges organiques dans le corps de la décharge, augmentant ainsi le potentiel d'émanations gazeuses et la formation de lixiviats au sein de la décharge. La mise en décharge des boues d'épuration doit être réalisée auprès des décharges urbaines dont le fonctionnement technique est correctement sécurisé et qui appliquent les normes d'exploitation et de protection modernes (voir fiche technique « <u>Décharge des déchets municipaux</u> »).</p> <p>Mais cette solution en matière d'élimination des déchets ne devrait être que temporaire et non globale. Les décharges doivent être utilisées également pour les cendres issues de l'incinération des boues d'épuration conformément aux normes requises et aux équipements de sûreté. Les dépenses engagées pour l'ensemble du processus d'élimination des boues d'épuration se montent, par rapport à la situation et au niveau des prix en Allemagne, ap-</p>

proximativement aux montants suivants (voir Tableau Tableau 120).

Tableau 120: Comparaison des coûts de différentes options d'élimination des boues d'épuration (basés sur les références de sources différentes sur l'élimination des boues d'épuration en Allemagne [voir Source [1]])

Filière d'élimination	Niveau des prix de l'élimination EUR/t de boue humide (état de 2011/12)		État des boues d'épuration
	Min	Max	
Co-incinération centrale au charbon	80	130	séché, >85% de RS
Co-incinération four à ciment	90	100	séché, >85% de RS
Mono-incinération	80	120	déshydraté mécan., 20-45 de RS
combiné avec l'incinération d'ordures	80	100	déshydraté mécan., 20-45 de RS
Co-incinération centrale au charbon	75	100	déshydraté mécan., 20-45 de RS
Co-incinération Centrale au lignite	50	75	déshydraté mécan., 20-45 de RS
Exploitation pour la remise en culture	30	45	déshydraté mécan., 20-45 de RS
Utilisation agricole au niveau suprarégional	33	45	déshydraté mécan., 20-45 de RS
Utilisation agricole au niveau régional	25	30	déshydraté mécan., 20-45 de RS

RÉFÉRENCES, OPÉRATEURS ET FABRICANTS

(Important : La liste d'établissements qui suit n'est nullement exhaustive.)

Les fournisseurs de technologies appropriées pour le traitement des boues d'épuration sont mentionnés également dans les fiches techniques auxquelles se réfèrent des traitements spécifiques. Toutefois des visites des installations et l'échange avec des praticiens constituent une source d'information sur les meilleures combinaisons techniques utilisées et leurs options d'élimination, les expériences d'exploitation et les paramètres de procédé correspondants. Les installations recommandées en Allemagne sont les suivantes :

- Pour la stabilisation des boues d'épuration : KW Blümelstal/ville de Pirmasens, Rhénanie-Palatinat
- Pour le séchage avec la technologie d'échange calorifique : KW Weissach, Bade-Wurtemberg
- Pour le séchage solaire : KW Penzing Weil, Land de Bavière
- Pour la mono-incinération avec le four à étage : KW Sindlingen, Hesse
- Pour la mono-incinération avec chaudière à lit fluidisé circulant : KW Steinhäule, Land de Bavière
- Pour la co-incinération dans des fours à ciment : Cemex Betrieb Rüdersdorf, Brandebourg
- Pour la gazéification des boues : KW Balingen et KW Mannheim, Bade-Wurtemberg
- Pour la co-méthanisation des boues d'épuration : KW Radeberg et Dresden-Kaditz, Saxe
- Pour la récupération de phosphore : KW Berlin-Waßmannsdorf, Brandebourg

DOCUMENTS ET CENTRES DE COMPÉTENCE RECOMANDES POUR TOUT RENSEIGNEMENT COMPLEMENTAIRE SUR LES MEILLEURES PRATIQUES

- [1] Étude "Klärschlammentsorgung in der Bundesrepublik Deutschland". (Élimination des boues d'épuration en République fédérale d'Allemagne), publiée en 2012; disponible à l'adresse : <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/klaerschlammentsorgung-in-bundesrepublik>
- EC : Document sur les meilleures techniques disponibles destinées aux installations de traitement des déchets, août 2006, figure à l'adresse : https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/419/dokumente/bvt_abfall_behandlung_vv.pdf
- EC : Document BREF sur meilleures techniques disponibles d'incinération des déchets. de juillet 2005, consultable à l'adresse suivante : https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/419/dokumente/bvt_abfall_verbrennungsanlagen_vv.pdf
- German Association for Water, Waste water and Waste – DWA www.dwa.de
- Technical Committee ISO/TC 275 Sludge recovery, recycling, treatment and disposal within the International Organization for Standardization (ISO) www.iso.org

