



Guide technique pour l'utilisation des matériaux alternatifs de Franche-Comté en technique routière

Les graves issues des mâchefers d'incinération de déchets non dangereux MIDND



En collaboration avec :



Et le soutien financier de :



SOMMAIRE

SOMMAIRE	2
CERTIFICAT DE VALIDATION DU COMITÉ OPÉRATIONNEL DE L'IDRRIM	5
EDITORIAL.....	6
AVANT PROPOS	7
1. OBJETS ET DEFINITIONS.....	8
1.1 Objet.....	8
1.2 Définitions	8
2. LES UNITES DE VALORISATION ENERGETIQUE (UVE).....	11
2.1 Généralités	11
2.2 Lieux d'implantation des UVE en Franche-Comté.....	11
2.3 Procédés d'incinération et tonnages incinérés	11
3. LES INSTALLATIONS DE MATURATION ET D'ELABORATION (IME)	13
3.1 Généralités	13
3.2 Lieux d'implantation des IME en Franche-Comté	13
3.3 Tonnages produits.....	14
4. CARACTERISTIQUES ET REFERENTIELS GEOTHECHNIQUES.....	16
4.1 Caractéristiques géotechniques	16
4.2 Référentiels géotechniques.....	17
5. DOMAINES D'EMPLOI ET LIMITATIONS D'USAGE	18
5.1 Nature des usages routiers.....	18
5.1.1 Les usages routiers de type 1	18
5.1.2 Les usages routiers de type 2	19
5.2 Limitations d'usages.....	20
5.2.1 Limitations d'usage liées aux caractéristiques physico-chimiques	20
5.2.2 Limitations d'usage liées à l'environnement immédiat de l'ouvrage routier	21
5.2.3 Limitations d'usage liées à la mise en œuvre du matériau routier	21
6. ASSURANCE DE LA QUALITE	22
6.1 Approvisionnement des mâchefers	22
6.2 Réception des mâchefers	22
6.3 Planification.....	22
6.4 Exploitation du gisement : maturation et traitement mécanique	23
6.5 Stockage et gestion des stocks.....	23

6.6	Contrôles	23
6.6.1	Contrôles géotechniques.....	23
6.6.2	Contrôles liés au classement environnemental des lots de mâchefer élaboré	24
6.7	Traitement des écarts.....	25
6.8	Traçabilité en sortie d'IME	25
6.8.1	Traçabilité entre l'IME et l'installation de stockage	25
6.8.2	Traçabilité entre l'IME et le chantier de mise en œuvre.....	25
6.9	Assurance de la qualité sur le chantier routier	26
TABLE DES ANNEXES.....		27
ANNEXE 1 : Référentiel de conformité environnementale		28
ANNEXE 2 : Fiches d'emploi des graves de mâchefer		30
ANNEXE 3 : Fiche de recommandations et de suivi des graves de mâchefer		35
ANNEXE 4 : Fiche de classement environnemental		36
ANNEXE 5 : Recommandations pour l'échantillonnage		38
ANNEXE 6 : Prescriptions pour les laboratoires d'essais.....		42
ANNEXE 7 : Références d'emploi (entre 2008 et 2015)		45
LISTE DES ACRONYMES.....		48
BIBLIOGRAPHIE.....		49

Téléchargement du guide et informations complémentaires sur le site : www.eco-chantiers.com

Crédits photos : PREVAL, SERTRID, STVM GEOPERFORMANCE, Conseil Départemental du Doubs et Cluster Ecochantiers

GROUPE DE TRAVAIL

ADEME – Blandine AUBERT

ASCOMADE – Alexandre VERRIERE CUVILLIER

CABINET HYDRO GÉOTECHNIQUE EST – Hervé GRISEY (Sertrid)

CEREMA – Patrick VAILLANT

COLAS-EST (Agence Belfort-Montbéliard) – Sébastien GRAVET

CLUSTER ÉCOCHANTIERS DES TRAVAUX PUBLICS DE FRANCHE-COMÉ – Catherine BOHEME

CONSEIL DÉPARTEMENTAL DU DOUBS – DRI/STRO – Bruno BEAUVILLAIN

CONSEIL DÉPARTEMENTAL DU DOUBS – POLE TERRITOIRES – Christophe JANIER DUBRY

CONSEIL DÉPARTEMENTAL DE LA HAUTE-SAONE – DSTT Guy FORESTIER

CONSEIL DÉPARTEMENTAL DU JURA – Yves MARIETTA

DREAL FRANCHE-COMTÉ – Benjamin CHOLET

EUROVIA – Stéphane GOBRON

EUROVIA LABORATOIRE – Mathieu WALLEZ

GROUPE IDEX – Rémy DUBOIS / Nicolas HAZARD

JURALIA – Régis LAMORLETTE

NOVERGIE – BERNARD LORENZINI

PAYS DE MONTBÉLIARD AGGLOMÉRATION – Julien VUILLAUME

PREVAL Garence DONIER

ROGER MARTIN SA François CHARMY / Philippe CHIFFLET

SERTRID – Philippe BRIQUET / Sandrine RAMEY

SOPRECO Marc HENRIOT

SYDOM – Hubert MARTIN

SYBERT Anne-Laure GRANJEAN

STVM GEOPERFORMANCE Noël VERMOT / Gérard MAUGET

SYTEVOM Laurent GUYOT

VALINEA (Filiale VEOLIA) Laurent HUET

VERMOT TP – GROUPE EUROVIA Eric VERMOT



CERTIFICAT DE VALIDATION DU COMITÉ OPÉRATIONNEL DE L'IDRRIM



Comité Opérationnel "AVIS"

Groupe Spécialisé "Matériaux Granulaires"

Paris, le 01 décembre 2014

GUIDE TECHNIQUE REGIONAL FRANCHE-COMTE

CERTIFICAT

UTILISATION DE GRAVES ISSUES DES MACHEFERS D'INCINERATION DE DECHETS NON DANGEREUX

Je soussigné Thierry GENESTAR, Président du Comité Opérationnel "Avis" de l'IDRRIM, certifie que le guide technique régional de Franche-Comté « portant sur l'utilisation de graves issues des mâchefers d'incinération de déchets non dangereux (MIDND) » a été validé par le Groupe Spécialisé "Matériaux Granulaires".

La méthodologie suivie pour l'élaboration de ce guide correspond en effet aux règles définies par le Groupe Spécialisé "Matériaux Granulaires" dans ce domaine. De plus, le contenu technique du guide est conforme au référentiel national et justifié par un retour d'expérience.

**Le Président du Comité
Opérationnel Avis de l'IDRRIM**

Thierry GENESTAR

Membres : ADF - ADCF - ADSTD - AFGC - AITF - AMF - AIPGA - ASCQUER - ASFA - ATECTIS France - ATR - CEREMA (CERTU, CETE, SETRA) - CETU - CF-AIPCR - CINOV Infrastructures & Environnement - CISMA - CNFPT - CTMNC - CTPD - DGAC/STAC - DSCR - Ecole des Ponts Paris-Tech - EGF-BTP - ENTPE - ES/IC Cachan - ESTP - FNTP - GART - QPB - IFSTTAR - IMGC - MEDDE (DGITM, DIT, DIR) - IREX - Office des Asphaltes - Ordre des Géomètres Experts - RFF - SETV - SETVF - SFIC - SIBPE - SPECBEA - SPTF - STRRES - SYNTEC INGENIERIE - TDIE - UNPG - USIRF - UPC

IDRRIM – 9 rue de Berri – 75008 Paris – Tél. : 01.44.13.32.87 – Fax : 01.42.25.89.99 – www.idrrim.com
- Association loi 1901 -

ÉDITORIAL

Le secteur de la Construction consomme annuellement environ 350 millions de tonnes de granulats naturels en France dont 11 millions de tonnes en Franche-Comté et 13 millions de tonnes en Bourgogne en 2015¹. Dans des conditions environnementales maîtrisées, la valorisation des Mâchefers d'Incinération de Déchets Non Dangereux (MIDND) est une des solutions de substitution à une partie de la consommation de ces ressources non renouvelables, tout en limitant les distances de transport et en s'inscrivant dans une logique d'économie circulaire.

Chaque année, les six Unités de Valorisation Énergétique réparties sur la Franche-Comté produisent environ 50 000 tonnes de MIDND. La profession des Travaux Publics constitue ainsi une filière adaptée pour leur valorisation permettant ainsi de limiter également le coût de gestion pour la collectivité.

Le présent guide régional est conçu comme un outil d'aide à la décision en vue de favoriser la généralisation du recyclage des MIDND en technique routière et en déclinant les principes définis par l'arrêté du 18 novembre 2011.

Il vise à fournir aux maîtres d'ouvrage et aux maîtres d'œuvre, publics et privés, ainsi qu'aux entreprises, les prescriptions environnementales et géotechniques nécessaires à l'utilisation de ce matériau alternatif dans les meilleures conditions d'usage tout en respectant la réglementation en vigueur.

Aux vues des retours d'expériences, l'ensemble des chantiers a donné satisfaction aux clients avec une durée de vie des matériaux observée à ce jour, au moins comparable à un matériau classique.

Les spécifications peuvent également servir à élaborer des cahiers des charges et à analyser des variantes susceptibles d'être proposées dans le cadre d'appels d'offres.

Ce guide s'inscrit résolument dans une démarche de promotion de l'utilisation de matériaux alternatifs en techniques routière en région tout en répondant aux objectifs communautaires en matière de valorisation des déchets, ainsi que de réduction de leur stockage.

Elaboré à l'initiative du Cluster Ecochantiers* dans le cadre de sa mission de sensibilisation et de vulgarisation des techniques, il est également le résultat d'un travail d'animation collective et pluridisciplinaire. Ce guide a également fait l'objet d'une validation et reconnaissance du Centre d'Etudes et d'expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement (CEREMA) et de l'Institut Des Routes, des Rues et des Infrastructures pour la Mobilité (IDRRIM) et nous en remercions l'ensemble des parties prenantes pour ce travail commun et son résultat.

Le Président du Cluster Ecochantiers

Eric VERMOT

** Le Cluster Ecochantiers des Travaux Publics de Franche-Comté s'est donné pour mission de développer l'innovation en s'appuyant notamment sur la qualité environnementale des acteurs de la filière : de la méthodologie de chantiers au développement des marchés publics qui prennent en compte le développement durable, l'utilisation des matériaux alternatifs et leur valorisation est un axe essentiel et stratégique non seulement pour les entreprises mais également pour leurs clients : les collectivités.*

¹ Données UNICEM Bourgogne/Franche-Comté

AVANT PROPOS

La production de granulats répond aux besoins de la construction d'infrastructures de transport, dont environ 25 millions de tonnes proviennent des activités du recyclage².

Dans le même temps, le secteur du BTP et celui de l'industrie génèrent près de 250 millions de tonnes de déchets minéraux³, dont environ 70 millions de tonnes sont valorisables sous forme de granulats.

Si l'activité d'extraction reste nécessaire compte tenu des besoins en granulats à couvrir, le recours aux granulats recyclés mérite d'être étendu afin de préserver au mieux les ressources minérales naturelles, limiter les distances de transport et, d'une manière générale, s'inscrire dans le cercle vertueux d'une économie circulaire.

À ce titre, les trois millions de tonnes de mâchefers d'incinération de déchets non-dangereux qui, chaque année en France, sortent des fours des unités de valorisation énergétique de déchets non-dangereux ont vocation à participer à cette économie circulaire en se substituant aux ressources minérales naturelles dans des usages routiers maîtrisés.



Groupe de travail : Innovation dans les marchés publics – Déchets et Recyclage (Cluster)

² L'industrie française des granulats en 2012 – UNICEM

³ Chiffres et statistiques n°385 – MEDDE / CGDD – Janvier 2013

1. OBJETS ET DÉFINITIONS

1.1 Objet

Le présent guide technique a pour objet, d'une part, de présenter et localiser les différents gisements francs-comtois de mâchefers d'incinération de déchets non-dangereux et, d'autre part, de rappeler les référentiels géotechniques et environnementaux nationaux qu'il convient de respecter pour pouvoir les valoriser lors de travaux de construction, de réhabilitation ou d'entretien d'ouvrages routiers.

Concernant ce dernier point et afin de ne pas perturber la mise en place du nouveau cadre réglementaire national, le présent guide reprend dans une très large mesure la rédaction et les modèles de document du guide d'application « Acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière – Les mâchefers d'incinération de déchets non dangereux » (*Sétra, octobre 2012*).

1.2 Définitions

Dans le présent guide, la terminologie suivante est utilisée :

Mâchefer d'incinération de déchets non dangereux (MIDND) ou mâchefer

Déchet ménager résultant d'une incinération, ils sont constitués de granules de verres, calcaire, métaux, silice, alumine... présentant des caractéristiques physiques qui se révèlent avantageuses en génie civil. Ils sont prélevés à la sortie du four des unités de valorisation énergétique de déchets non dangereux.

Le mâchefer est obligatoirement recueilli séparément des cendres volantes et des cendres sous chaudière.

Unité de valorisation énergétique de déchets non dangereux (UVE)

Installation de traitement thermique de déchets non dangereux relevant de la rubrique 2771 de la nomenclature des installations classées ou installation de traitement thermique de déchets non dangereux et de déchets d'activités de soins à risques infectieux (DASRI) relevant des rubriques 2770 et 2771 de la nomenclature des installations classées si les DASRI et les déchets non dangereux sont incinérés en mélange et si la quantité de DASRI est inférieure ou égale à 10 % de la quantité des déchets incinérés.

Lot périodique

Ensemble de MIDND produit dans une période P par une même installation de traitement thermique de déchets non dangereux et réceptionné dans une même installation de maturation et d'élaboration des MIDND relevant des rubriques 2716, 2771 ou 2791 de la nomenclature des installations classées.

La période P de constitution d'un lot périodique de MIDND est de :

- Un mois si la capacité autorisée de l'installation de traitement thermique productrice du MIDND est supérieure ou égale à 50 000 tonnes de déchets incinérés par an ;
- Trois mois si la capacité autorisée de l'installation de traitement thermique productrice du MIDND est inférieure à 50 000 tonnes de déchets incinérés par an. Cette période peut être portée à six mois si l'exploitant de l'installation de traitement thermique productrice du MIDND est en mesure de justifier la conformité de la composition

physico-chimique d'au moins 12 lots consécutifs aux critères de recyclage spécifiés à l'annexe de l'arrêté du 18 novembre 2011 modifié relatif au recyclage en technique routière des mâchefers d'incinération de déchets non-dangereux.

Installation de maturation et d'élaboration (IME)

Installation classée pour la protection de l'environnement destinée à transformer le MIDND en grave de mâchefer répondant à un usage routier. Elle peut être localisée soit dans l'enceinte de l'installation de traitement thermique ayant produit le MIDND (rubrique ICPE 2771), soit sur un site extérieur dédié (rubriques ICPE 2716 et/ou 2791).

L'IME dispose a minima d'équipements permettant de maîtriser la granulométrie et d'extraire les métaux valorisables et les indésirables.

Matériau alternatif ou mâchefer élaboré

Tout matériau élaboré à partir d'un même lot périodique de MIDND et destiné à être utilisé, seul ou en mélange avec d'autres matériaux, alternatifs ou non, au sein d'un matériau routier. Le matériau alternatif est donc un constituant, éventuellement unique, d'un matériau routier.

Les matériaux alternatifs élaborés dans ces conditions sont préférentiellement dénommés mâchefers élaborés dans le présent guide.

Matériau routier ou grave de mâchefer

Tout matériau alternatif ou mélange d'un matériau alternatif avec d'autres matériaux, alternatifs ou non, répondant à un usage routier.

Le matériau routier est donc un matériau apte à quitter l'installation de maturation et d'élaboration pour être mis en œuvre en l'état sur un chantier routier.

Les matériaux routiers produits dans ces conditions sont, préférentiellement et de manière générique, dénommés graves de mâchefers dans le présent guide.

Pour distinguer les différents types de graves de mâchefers qui sont envisagés, les termes suivants sont plus spécifiquement utilisés : grave de mâchefer non traitée, grave de mâchefer non formulée, grave de mâchefer formulée ou grave de mâchefer traitée.

La grave de mâchefer est dénommée **grave de mâchefer non-traitée** lorsque :

- le mâchefer élaboré est le constituant unique de la grave de mâchefer. Le matériau routier ainsi obtenu est également dénommé **grave de mâchefer non formulée** ;
- le mâchefer élaboré est mélangé avec d'autres granulats pour constituer le matériau routier. Le mélange doit être motivé par l'atteinte des caractéristiques mécaniques, géotechniques ou de mises en œuvre requises pour l'usage routier visé. Le matériau routier ainsi obtenu est également dénommé **grave de mâchefer formulée**.

La grave de mâchefer est dénommée **grave de mâchefer traitée** lorsque le matériau routier est obtenu par traitement d'une grave de mâchefer non-traitée, formulée ou non, avec un liant routier ou hydrocarboné.

Elaboration

Opération reposant sur une combinaison de traitements physiques simples, dits de « préparation », et de traitements physico-chimiques simples, dits de « maturation », visant à produire un matériau alternatif à partir d'un MIDND.

Formulation

Opération visant à mélanger des matériaux, alternatifs ou non, dans des proportions déterminées afin de produire un matériau routier.

Ouvrage routier

Ouvrage supportant un trafic routier (voie de circulation ou aire de stationnement) ou ouvrage situé dans l'emprise routière et dont la construction a été rendue nécessaire par l'existence de l'infrastructure (protection phonique, visuelle, etc.).

Usage routier

Usage pour lequel des matériaux sont utilisés à des fins de construction, de réhabilitation ou d'entretien d'ouvrages routiers.



Utilisation des mâchefers en poutre de rive (Bugny-25)

2. LES UNITÉS DE VALORISATION ÉNERGÉTIQUE (UVE)

2.1 Généralités

Les unités de valorisation énergétique (UVE) relèvent en général de la rubrique 2771 de la nomenclature des ICPE.

Si l'installation est autorisée à incinérer en mélange des déchets d'activités de soin à risques infectieux (DASRI) avec des déchets non-dangereux, cette dernière relève également de la rubrique 2770 de la nomenclature des installations classées. Toutefois, dans ce cas, seuls les mâchefers produits par des UVE pour lesquelles la quantité de DASRI incinérés est inférieure ou égale à 10 % de la quantité des déchets incinérés peuvent être candidats à une valorisation en technique routière.

2.2 Lieux d'implantation des UVE en Franche-Comté

Le territoire franc-comtois dispose de six unités de valorisation énergétique (UVE) de déchets non dangereux. Il s'agit des installations suivantes :

- PMA – UVE de Montbéliard (25) ;
- PREVAL – UVE de Pontarlier (25) ;
- SERTRID – UVE de Bourogne (90) ;
- SYBERT – UVE de Besançon (25) ;
- SYDOM – UVE de Lons-le-Saunier (39) ;
- SYTEVOM – UVE de Noidans-le-Ferroux (70) ;



Unités de valorisation énergétique – Sytevom (70) et Preval (25)

2.3 Procédés d'incinération et tonnages incinérés

Près de 300 000 tonnes de déchets ménagers sont incinérés chaque année en Franche-Comté par les six UVE.

Le tableau ci-après consigne les différents procédés d'incinération utilisés par les UVE ainsi que la moyenne annuelle des tonnages incinérés sur la période 2008-2013.

UVE	PROCEDE D'INCINERATION	TONNAGE / AN
PMA Montbéliard (25)	Four semi rotatif	55 000 t
PREVAL Pontarlier (25)	Four à grille	36 000 t
SERTRID Bourogne (90)	Four à grille	71 000 t
SYBERT Besançon (25)	Four à grille	51 000 t
SYDOM Lons-le-Saunier (39)	Four à grille	39 000 t
SYTEVOM Noidans-le-Ferroux (70)	Four oscillant	41 000 t



SERTRID (90)

SYDOM (39)



SYBERT (25)

3. LES INSTALLATIONS DE MATURATION ET D'ÉLABORATION (IME)

3.1 Généralités

Les installations de maturation et d'élaboration (IME) sont des installations dont le rôle est de produire des matériaux routiers répondant à l'ensemble des prescriptions géotechniques et environnementales imposées par les référentiels de la construction routière à partir des gisements de mâchefers d'incinération de déchets non-dangereux produits par les UVE.

Une IME peut se situer sur le site même de l'UVE qui l'approvisionne ou bien être implantée sur un site distinct plus ou moins distant. Dans ce dernier cas, l'IME est en général réglementée au titre des rubriques 2716 (transit) et 2791 (traitement) de la nomenclature des installations classées.

3.2 Lieux d'implantation des IME en Franche-Comté

Le territoire franc-comtois dispose d'une installation de maturation et d'élaboration externe, située à Flangebouche (25), et de trois installations de maturation et d'élaboration internes, situées sur les sites des UVE du SERTRID à Bourogne (90), du SYBERT à Besançon (25), et du SYTEVOM à Noidans-le-Ferroux (70).

Dans le détail, le traitement des mâchefers produits par les UVE francs-comtoises s'opère de la manière suivante :

- PMA (Montbéliard) assure les opérations de déferrailage avant de les diriger vers une IME située dans le Bas-Rhin ;
- PREVAL (Pontarlier) assure les opérations de criblage et d'extraction des métaux (ferreux et non-ferreux) avant de les diriger vers l'IME de Flangebouche ;
- Le SERTRID (Bourogne) assure les opérations de criblage, d'extraction des métaux (ferreux et non-ferreux) et de maturation directement sur son site ;
- Le SYBERT (Besançon) assure les opérations de criblage, d'extraction des métaux (ferreux et non-ferreux) et de maturation directement sur son site ;
- Le SYDOM (Lons-le-Saunier) assure simplement un déferrailage de ses mâchefers avant de les diriger vers l'installation de stockage de déchets non-dangereux de Courlaoux (39);
- Le SYTEVOM (Noidans-le-Ferroux) assure les opérations de criblage, d'extraction des métaux (ferreux et non ferreux) et de maturation directement sur son site ;



Déferrailage

criblage

traitement

3.3 Tonnages produits

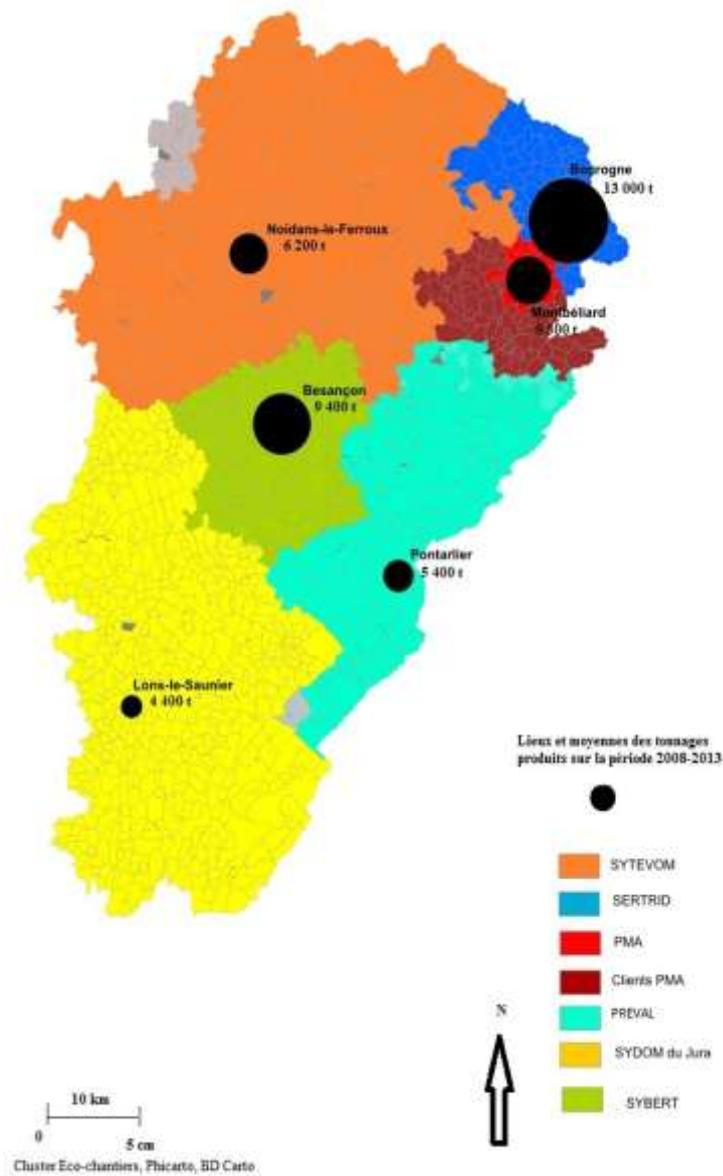
Près de 50 000 tonnes de mâchefers sont produits chaque année en Franche-Comté.



Stock de mâchefers sous abri et répartition par lots (Sytevom)

Le tableau ci-dessous consigne les principales destinations de ces mâchefers ainsi que la moyenne des tonnages annuels produits sur la période 2008-2013.

UVE	DESTINATION DES MACHEFERS	TONNAGE / AN
PMA Montbéliard	IME de Wolfisheim (67)	8 300 t
PREVAL Pontarlier	IME de Flangebouche (25)	5 400 t
SERTRID Bourogne	IME interne puis envoi dans le Bas-Rhin pour la commercialisation	13 000 t
SYBERT Besançon	IME interne ou IME de Flangebouche (25)	9 400 t
SYDOM Lons-le-Saunier	ISDND de Courlaoux (39) pour utilisation en recouvrement de casiers	4 400 t
SYTEVOM Noidans-le-Ferroux	IME interne	6 200 t



**Carte de localisation des UVE
et des tonnages annuels de mâchefers produits entre 2008 et 2013**



IME de Flangebouche(25)

4. CARACTÉRISTIQUES ET RÉFÉRENTIELS GÉOTECHNIQUES

4.1 Caractéristiques géotechniques

Les caractéristiques géotechniques courantes d'une grave de mâchefer non-traitée sont les suivantes :

Granularité	0/20 ou 0/31,5
Teneur en fines	$4\% \leq$ passant à 0,063 mm $\leq 12\%$
Passant à 2 mm	$20\% \leq$ passant à 2 mm $\leq 50\%$
Propreté	VBS $\leq 0,1$ MB < 1
Teneur en eau	$8\% \leq w \leq 20\%$
Caractéristiques intrinsèques	$35 \leq LA \leq 45$ $15 \leq MDE \leq 40$

Caractéristiques de compactage Optimum Proctor Normal

Teneur en eau OPN	$14\% \leq w \leq 20\%$
Masse volumique apparente sèche	$1,45 \leq pd \leq 1,8$
Indice portant immédiat à l'OPN	$20 \leq IPI \leq 50$

Caractéristiques de compactage Optimum Proctor Modifié

Teneur en eau OPM	$12,5\% \leq w \leq 16\%$
Masse volumique apparente sèche	$1,75 \leq pd \leq 1,87$
Indice portant immédiat à l'OPM	$40 \leq IPI \leq 100$

Les Fiches Techniques Produit (FTP) des graves de mâchefer produites sur les différentes IME francs-comtoises, sont consultables sur le site internet www.eco-chantiers.com.

4.2 Référentiels géotechniques

Les graves de mâchefer sortantes d'une IME sont généralement utilisables pour :

- la réalisation de remblais et de couches de forme
 - selon la norme NF P 11-300 Classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de forme d'infrastructures routières ;
 - selon le Guide Technique «Guide des Terrassements Routiers, réalisation de remblais et des couches de formes, fascicules I et II, GTR » SETRA-LCPC 2ème édition Juillet 2000 ;
 - selon le Guide Technique « Traitement des sols à la chaux et/ou aux liants hydrauliques – Application à la réalisation des remblais et des couches de forme –GTS» SETRA/LCPC – 2000.
- la réalisation de couches de structure de chaussée :
 - selon la norme NF EN 13285 Graves non traitées - Spécifications ou selon la norme NF EN 13242 Granulats pour matériaux traités aux liants hydrauliques et matériaux non traités utilisés pour les travaux de génie civil et pour la construction des chaussées ;
 - selon la norme NF EN 14227-5 Mélanges traités aux liants hydrauliques « Spécifications » Partie 5 : Mélanges traités au liant hydraulique routier - Août 2013.
- le remblayage de tranchée
 - selon la norme NF P 98-331 Chaussées et dépendances - Tranchées : ouverture, remblayage, réfection ;
 - selon la norme NF P 11-300 Classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de forme d'infrastructures routières ;
 - selon le Guide technique « Remblayage et réfections des tranchées » SETRA/LCPC - 1994 mis à jour en janvier 1998 ;
 - selon le Guide technique « Etudes et réalisations de tranchées » SETRA – 2001.

Les fiches d'emploi des graves de mâchefer présentées en annexe 2 décrivent les modalités de mise en œuvre de la grave de mâchefer, formulée ou non, traitée ou non :

	REMBLAI	REMBLAI DE TRANCHEE	COUCHE DE FORME	COUCHE D'ASSISE
Grave de mâchefer non traitée	Fiche 1 NF P 11-300 GTR	Fiche 2 NF P 98-331	Fiche 3 NF P 11-300 GTR	Fiche 4 NF EN 13285 ou NF EN 13242
Grave de mâchefer traitée	Usage non adapté	Fiche 2 NF P 98-331	Fiche 3 NF P 11-300 GTS	Fiche 4 NF EN 13285 ou NF EN 13242 NF EN 14227-5

5. DOMAINES D'EMPLOI ET LIMITATIONS D'USAGE

5.1 Nature des usages routiers

Les usages visés dans le cadre du présent guide sont les usages, au sein d'ouvrages routiers revêtus ou recouverts, des types 1 et 2, tels que définis dans l'arrêté du 18 novembre 2011 modifié relatif au recyclage en technique routière des mâchefers d'incinération de déchets non-dangereux.

Sont toutefois interdites, quel que soit le type d'usage envisagé :

- l'utilisation de graves de mâchefer pour la réalisation de systèmes drainants,
- l'utilisation de graves de mâchefer dans le but de réaliser des travaux de pré-chargement.

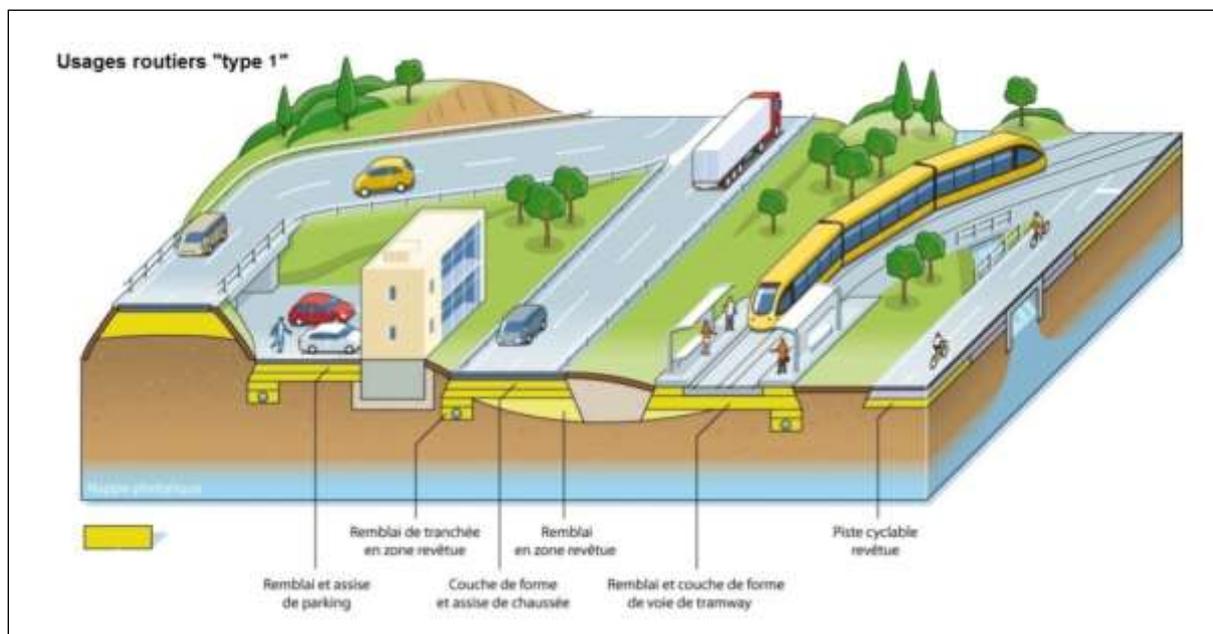
5.1.1 Les usages routiers de type 1

Les usages routiers de type 1 sont les usages d'au plus trois mètres de hauteur en sous-couche de chaussée ou d'accotement d'ouvrages routiers revêtus⁴ :

- remblai sous ouvrage,
- couche de forme,
- couche de fondation,
- couche de base et couche de liaison.

Les matériaux routiers pouvant être utilisés dans des usages routiers de type 1 sont ceux pour lesquels les matériaux alternatifs entrant dans leur composition satisfont aux valeurs limites des tableaux de l'annexe 1 pour les usages de type 1.

La figure ci-dessous illustre les différents usages routiers de type 1.



Les différents usages routiers de type 1 (Guide Sétra – Octobre 2012)

⁴ Un ouvrage routier est réputé « revêtu » si sa couche de surface est réalisée à l'aide d'asphalte, d'enrobés bitumineux, d'enduits superficiels d'usure, de béton de ciment ou de pavés jointoyés par un matériau lié, et si elle présente en tout point une pente minimale de 1 %.

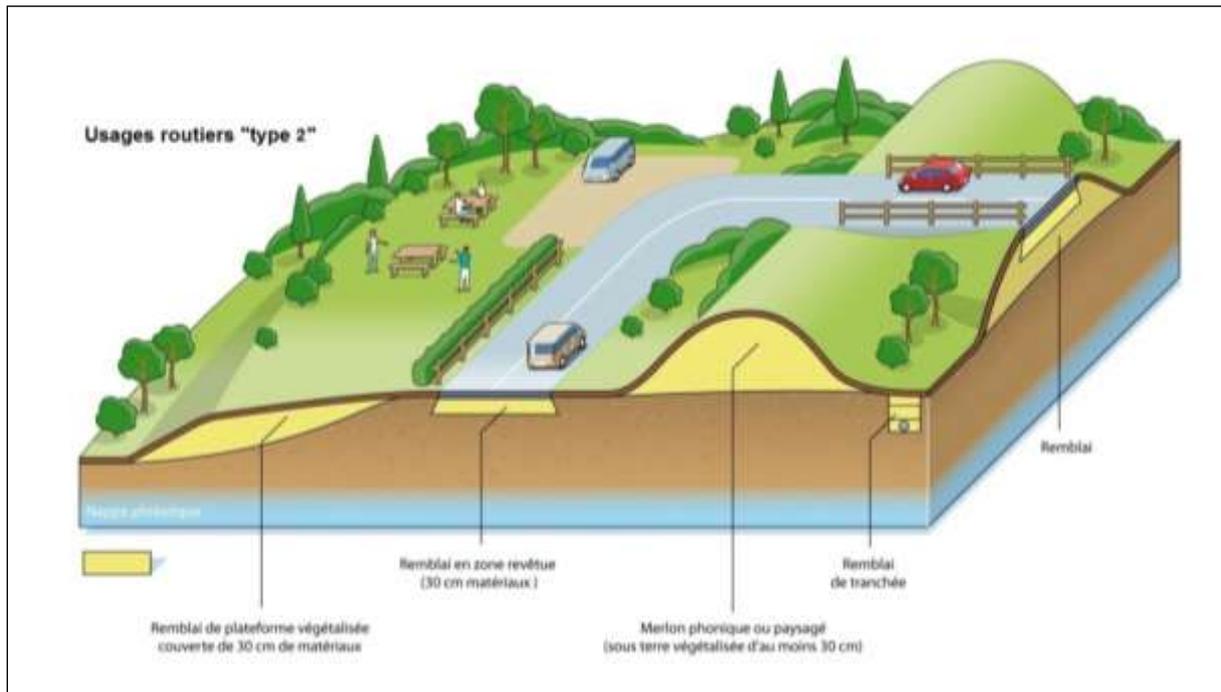
5.1.2 Les usages routiers de type 2

Les usages routiers de type 2 sont les usages d'au plus six mètres de hauteur en remblai technique connexe à l'infrastructure routière (ex : merlon de protection phonique ou paysager) ou en accotement, dès lors qu'il s'agit d'usages au sein d'ouvrages routiers recouverts⁵.

Relèvent également des usages routiers de type 2 les usages de plus de trois mètres et d'au plus six mètres de hauteur en sous-couche de chaussée ou d'accotement d'ouvrages routiers revêtus³.

Les matériaux routiers pouvant être utilisés dans des usages routiers de type 1 sont ceux pour lesquels les matériaux alternatifs entrant dans leur composition satisfont aux valeurs limites des tableaux de l'annexe 1 pour les usages de type 2.

La figure ci-dessous illustre les différents usages routiers de type 2.



Les différents usages routiers de type 2 (Guide Sétra – Octobre 2012)

Nota : Pour tout autre usage routier envisagé, une étude spécifique menée conformément au guide méthodologique « Acceptabilité de matériaux alternatifs en technique routière – Evaluation environnementale » (Sétra, mars 2011) doit être produite et soumise à la DREAL contrôlant l'installation de recyclage afin de valider l'usage.



Exemples d'utilisation des mâchefers : voies d'accès zones d'activités, lotissement, RD...

⁵ Un ouvrage routier est réputé « recouvert » si les matériaux routiers qui y sont présents sont recouverts par au moins 30 centimètres de matériaux naturels ou équivalents et s'il présente en tout point de son enveloppe extérieure une pente minimum de 5 %.

5.2 Limitations d'usages

5.2.1 Limitations d'usage liées aux caractéristiques physico-chimiques

Pour tout lot d'un même mâchefer élaboré, l'exploitant de l'IME procède à l'étude du comportement à la lixiviation et à l'évaluation de la teneur intrinsèque en éléments polluants, et compare les résultats obtenus avec les valeurs limites des tableaux de l'annexe 1.

La teneur intrinsèque en éléments polluants est évaluée sur la base des résultats d'une analyse en contenu total menée sur un échantillon représentatif du lot de mâchefer élaboré à caractériser. Les valeurs limites à respecter en contenu total sont consignées dans le premier tableau de l'annexe 1.

Nota : La phase d'élaboration ayant peu ou pas d'influence sur la teneur intrinsèque en éléments polluants du mâchefer élaboré, son évaluation peut être effectuée directement sur un échantillon représentatif du lot périodique de MIDND qui servira à l'élaboration du lot de mâchefer élaboré à caractériser. Dans ce cas, l'évaluation peut être directement menée par l'exploitant de l'UVE et les résultats du contrôle sont transmis à l'IME pour chaque lot périodique de mâchefers réceptionné par cette dernière.

Le comportement à la lixiviation est évalué sur la base des résultats d'un essai de lixiviation mené conformément à la norme NF EN 12457-2 sur un échantillon représentatif du lot de mâchefer élaboré à caractériser. Les valeurs limites à respecter pour les quantités relarguées à un ratio L/S = 10 l/kg sont consignées dans le second tableau de l'annexe 1.

Nota : Les résultats de l'essai de lixiviation sont dépendants de l'avancement de la maturation, aussi, tant que la conformité aux seuils n'est pas atteinte, il est possible d'effectuer un nouveau contrôle à une phase plus avancée de la maturation tout en respectant le délai maximum d'un an à compter de la date de constitution du lot périodique de mâchefers dont est issu le lot de mâchefer élaboré.

Les résultats de l'étude du comportement à la lixiviation et de l'évaluation de la teneur intrinsèque en éléments polluants donnent lieu au classement environnemental de tout lot d'un même mâchefer élaboré.

Ce classement intervient dans un délai maximum de un an à compter de la date de constitution du lot périodique de mâchefers dont est issu le lot de mâchefer élaboré. Ce délai peut éventuellement être raccourci en fonction de la capacité maximale de stockage autorisée de l'IME.

CONTRÔLE DE LA TENEUR INTRINSÈQUE EN ÉLÉMENTS POLLUANTS	AU MOINS UN PARAMÈTRE EST NON CONFORME	TOUS LES PARAMÈTRES SONT CONFORMES
Destination du lot de mâchefers (avant ou après élaboration)	Installation de stockage de déchets non dangereux	Emploi sur chantier routier envisageable sous réserve des résultats du comportement à la lixiviation et après élaboration

CONTRÔLE DU COMPORTEMENT À LA LIXIVIATION	AU MOINS UN PARAMÈTRE EST NON CONFORME AUX VALEURS LIMITES DE TYPE 1	AU MOINS UN PARAMÈTRE EST NON CONFORME AUX VALEURS LIMITES DE TYPE 2 ET TOUS LES PARAMÈTRES SONT CONFORMES AUX VALEURS LIMITES DE TYPE 1	TOUS LES PARAMÈTRES SONT CONFORMES AUX VALEURS LIMITES DE TYPE 2
Classement environnemental du lot de mâchefer élaboré	S	V1	V2
Destination du lot de mâchefer élaboré	Installation de stockage de déchets non dangereux	Emploi sur chantier pour les usages routiers de type 1	Emploi sur chantier pour les usages routiers de type 1 et de type 2

Le classement environnemental de tout lot de mâchefer élaboré doit intervenir avant toute opération de préparation d'une grave de mâchefer formulée ou traitée.

5.2.2 Limitations d'usage liées à l'environnement immédiat de l'ouvrage routier

L'utilisation de graves de mâchefer est interdite :

- dans les zones inondables et à moins de 50 cm des plus hautes eaux cinquanteennes ou, à défaut, des plus hautes eaux connues ;
- à moins de 30 mètres de tout cours d'eau, y compris les étangs et les lacs. Cette distance est portée à 60 mètres si l'altitude du lit du cours d'eau est inférieure de plus de 20 mètres à celle de la base de l'ouvrage et dans les zones désignées comme zone de protection des habitats, des espèces, de la faune et de la flore sauvages en application de l'article L.414-1 du code de l'environnement ;
- dans les périmètres de protection rapprochés des captages d'alimentation en eau potable ;
- dans les zones couvertes par une servitude d'utilité publique instituée, en application de l'article L.211-12 du code de l'environnement, au titre de la protection de la ressource en eau ;
- dans les parcs nationaux ;
- dans des zones de karsts affleurants.

Une cartographie représentant l'ensemble de ces limitations d'usage sur le territoire franc-comtois est consultable sur le site internet www.eco-chantiers.com

5.2.3 Limitations d'usage liées à la mise en œuvre du matériau routier

La mise en œuvre de matériaux routiers doit être effectuée de façon à limiter les contacts avec les eaux météoriques, superficielles et souterraines.

À ce titre, la quantité de matériaux routiers stockée temporairement dans l'emprise d'un chantier routier donné, doit être limitée aux seuls besoins permettant de s'affranchir de l'irrégularité des approvisionnements du chantier, sans que jamais cette quantité n'excède 1 000 m³.

6. ASSURANCE DE LA QUALITÉ

6.1 Approvisionnement des mâchefers

L'IME reçoit des lots périodiques de mâchefers en provenance d'UVE dans les limites de son autorisation préfectorale.

Selon les prescriptions de l'arrêté d'exploitation de l'UVE, les approvisionnements de mâchefers sont accompagnés d'un bordereau de suivi de déchets (BSD) et dans tous les cas, des bons de pesée émis par l'UVE.

Les bons de pesée précisent :

- le nom du producteur de mâchefers ;
- la date d'évacuation ;
- le poids net de mâchefers ;
- la nature du matériau ;
- l'identification du lot périodique ;
- l'identification du transporteur.

Le cas échéant, les BSD sont retournés complétés à l'UVE dès que la destination finale (stockage définitif ou recyclage sur chantier) du lot périodique est connue.

Les bons de pesée sont conservés dans un registre des entrées des mâchefers.

6.2 Réception des mâchefers

Un contrôle visuel de la qualité des mâchefers en entrée de l'IME est réalisé pour chaque déchargement.

Si les mâchefers déchargés contiennent des éléments indésirables (par exemple des imbrûlés en grande quantité), ou un produit autre que du mâchefer ou si sa teneur en eau est anormalement élevée, l'exploitant de l'IME informe le producteur du mâchefer et rédige une fiche d'écart. Le producteur du mâchefer et l'IME prennent alors conjointement la décision :

- de refuser le stockage du mâchefer sur l'IME. Le mâchefer refusé est isolé dans l'attente d'une décision d'élimination ou de prétraitement avec le producteur ;
- ou d'accepter le mâchefer. Il est alors déchargé dans la zone de stockage correspondant au lot périodique auquel il appartient ;



Mâchefer brut

Mâchefer traité

6.3 Planification

Un planning de production est établi en prenant en compte :

- la disponibilité des ressources (moyens humains et matériels) ;
- les qualités et quantités de MIDND sur le site, ainsi que leur état de maturation ;

- les objectifs généraux de production permettant de disposer des matériaux courants en stock en quantité suffisante pour répondre aux enlèvements courants ;
- les commandes programmées ;
- l'entretien à réaliser sur l'installation ;
- la remontée d'informations : problèmes, réclamations clients ;
- le traitement des écarts en cours (incidents, non-conformités produit, etc.).

6.4 Exploitation du gisement : maturation et traitement mécanique

La production de mâchefer élaboré nécessite un matériel en état de fonctionnement et étalonné. L'entretien du matériel de production, son calibrage et la vérification des appareils de mesure doivent être réalisés.

Après l'égouttage des mâchefers éventuellement humides, le traitement mécanique est planifié afin d'extraire les métaux (ferreux et non ferreux), les imbrûlés légers et de calibrer les MIDND en vue d'obtenir le mâchefer élaboré.

Les déchets provenant du traitement mécanique sont gérés selon les modalités réglementaires dépendant de leur classement (filiales agréées, bordereaux de suivi, etc.).

Le fonctionnement des équipements du traitement mécanique est détaillé dans un synoptique (non fourni dans ce guide).



Déferraillage primaire

Refus de crible

Séparation métaux par courant de Foucault

6.5 Stockage et gestion des stocks

Les mâchefers dès leur réception sont stockés par lot périodique clairement identifié et séparé.

Les stocks de grave de mâchefer sont identifiés (plan de stockage et panneau) et physiquement séparés lorsqu'ils ont été produits à partir de lots périodiques de mâchefers en provenance d'UVE différentes.

Toutes les dispositions visant à éviter toute pollution et tout mélange lors du stockage et du déstockage doivent être prises.

6.6 Contrôles

6.6.1 Contrôles géotechniques

Les essais géotechniques sur les mâchefers élaborés permettent de s'assurer de la conformité d'usage de ces granulats.

Ils permettent d'établir les documents techniques, en particulier les Fiches Techniques Produits (FTP). Ces contrôles sont effectués sur des échantillons prélevés selon un plan de contrôle préalablement défini ou en fonction des demandes des clients.

6.6.2 Contrôles liés au classement environnemental des lots de mâchefer élaboré

Contrôle de la teneur intrinsèque en éléments polluants

Pour le contrôle de la teneur intrinsèque en éléments polluants (COT, BTEX, PCB, hydrocarbures, HAP, dioxines et furanes), la fréquence d'essai est de un essai par lot périodique de mâchefers (avant ou après élaboration).

Toutefois, si pendant une période d'un an, des lots périodiques successifs provenant d'une même UVE donnent lieu à des lots de mâchefer élaboré pour lesquels, avant ou après élaboration, l'ensemble des valeurs mesurées pour un paramètre donné reste en deçà de la moitié de la valeur limite associée, alors l'exploitant de l'IME peut limiter à deux par an le nombre d'analyse du paramètre en question pour ce qui concerne les lots périodiques suivants en provenance de l'UVE concernée.

Dans ce cas, l'exploitant tient les documents justificatifs de cette adaptation à la disposition de l'inspection des installations classées.

Nota : Les essais sont à réaliser sur des échantillons représentatifs prélevés selon le protocole présenté en annexe 5. Le cahier des charges du laboratoire d'analyse figure en annexe 6. Les analyses sont réalisées par un organisme tiers compétent dans un délai d'un mois à compter de la constitution de l'échantillon.

Contrôle du comportement à la lixiviation

Pour l'ensemble des paramètres mesurés lors de l'essai de lixiviation selon la norme NF EN 12457-2, la fréquence d'essai est de un essai par lot périodique de mâchefer élaboré.

Toutefois, si pendant une période d'un an, des lots périodiques successifs provenant d'une même UVE donnent lieu à des lots de mâchefer élaboré pour lesquels, avant ou après élaboration, l'ensemble des valeurs mesurées pour un paramètre donné reste en deçà de la moitié de la valeur limite associée, alors l'exploitant de l'IME peut limiter à deux par an le nombre d'analyse du paramètre en question pour ce qui concerne les lots périodiques suivants en provenance de l'UVE concernée.

Dans ce cas, l'exploitant tient les documents justificatifs de cette adaptation à la disposition de l'inspection des installations classées.

Les résultats de l'essai de lixiviation sont dépendants de l'avancement de la maturation. Aussi, tant que la conformité aux seuils n'est pas atteinte, il est possible d'effectuer un nouveau contrôle à une phase plus avancée de la maturation tout en respectant le délai maximum d'un an à compter de la date de constitution du lot périodique de mâchefers dont est issu le lot de mâchefer élaboré.

Nota : Les essais sont à réaliser sur des échantillons représentatifs prélevés selon le protocole présenté en annexe 5. Le cahier des charges du laboratoire d'analyses figure en annexe 6. Les analyses sont réalisées par un organisme tiers compétent dans un délai d'un mois à compter de la constitution de l'échantillon.

6.7 Traitement des écarts

Lorsque les contrôles montrent un écart entre ce qui était attendu et le matériau réceptionné ou traité ou lors de la survenue d'un incident, il y a systématiquement rédaction d'une fiche d'écart qui comprend *a minima* la date et l'heure du constat d'écart ou d'incident et la nature de l'écart ou de l'incident.

L'exploitant de l'IME informe le producteur du mâchefer de l'écart constaté. Ils prennent alors conjointement une décision pour traiter l'écart ou l'incident.

6.8 Traçabilité en sortie d'IME

D'une manière générale, tout lot de mâchefer élaboré classé V1 ou V2 peut être employé sur un chantier routier et proposé à la vente, le cas échéant après une phase de formulation et/ou de traitement.

Les lots de mâchefer élaboré, classés « S » à l'issue de la phase de maturations sont envoyés en installation de stockage de déchets non-dangereux.

6.8.1 Traçabilité entre l'IME et l'installation de stockage

Les lots de mâchefers (avant ou après élaboration) destinés à être envoyés sur une installation de stockage des déchets non dangereux quittent l'IME accompagnés d'un BSD et, le cas échéant, de la documentation justifiant du caractère non recyclable.

6.8.2 Traçabilité entre l'IME et le chantier de mise en œuvre

Tout lot de grave de mâchefer fait l'objet d'une traçabilité jusqu'au chantier.

Les éléments suivants constituent la Procédure d'Assurance Qualité liant l'exploitant, l'entreprise chargée de l'exécution des travaux routiers et le transporteur.

Fiche de données environnementales / Information du client

Avant la livraison sur le chantier routier ou au moment de celle-ci, ou lors de la première d'une série de livraisons d'une même grave de mâchefer, l'exploitant de l'IME fournit à l'entreprise chargée de l'exécution des travaux routiers une fiche de données environnementales indiquant :

- les usages routiers autorisés compte tenu du classement environnemental des mâchefers élaborés entrant dans sa composition ;
- les limitations d'usage liées à l'environnement immédiat de l'ouvrage routier ainsi que celles liées à la mise en œuvre de la grave de mâchefer.

Sont annexés à cette fiche les résultats de l'étude du comportement à la lixiviation et l'évaluation de la teneur intrinsèque en éléments polluants.

Pour ce faire, l'exploitant de l'IME remet à l'entreprise chargée de l'exécution des travaux routiers la fiche de recommandations et de suivi des graves de mâchefer (annexe 3) accompagnée de la fiche de classement environnemental (annexe 4) et de la Fiche Technique Produit (FTP) correspondant à l'emploi sur chantier.

Registre de sortie

L'exploitant de l'IME tient à jour un registre de sortie, dans lequel il consigne pour chaque chargement de grave de mâchefer quittant l'installation :

- le nom, l'adresse postale et le numéro SIRET de l'UVE qui a produit les lots périodiques ayant servi à l'élaboration des différents mâchefers élaborés entrant dans la composition de la grave de mâchefer ;
- le nom, l'adresse postale et, le cas échéant, le numéro SIRET du maître d'ouvrage des travaux routiers ;
- le nom, l'adresse postale et le numéro SIRET de l'entreprise chargée de l'exécution des travaux routiers ;
- le nom, l'adresse postale et le numéro SIREN des transporteurs, si le transport n'est pas effectué par l'entreprise chargée de l'exécution des travaux routiers ;
- la référence des lots périodiques ayant servi à l'élaboration des différents mâchefers élaborés entrant dans la composition de la grave de mâchefer ;
- la quantité de grave de mâchefer quittant l'installation ;
- la date de sortie de l'installation ;
- l'usage routier effectif ;
- le libellé et les coordonnées GPS du chantier routier.

Ce registre intègre également :

- la fiche de recommandations et de suivi des graves de mâchefers (annexe 3),
- la fiche de classement environnemental (annexe 4),
- les bons de livraisons édités lors de la pesée des évacuations des graves de mâchefer vers le chantier.

Ce registre est conservé pendant au moins dix ans et est tenu à la disposition de l'inspection des installations classées.

Nota : La fiche de recommandations et de suivi des graves de mâchefer a ainsi été créée dans le double objectif d'accentuer l'aspect informatif de la fiche de données environnementales et de recueillir les informations nécessaires pour renseigner le registre de sortie.

6.9 Assurance de la qualité sur le chantier routier

Le plan d'assurance qualité (PAQ) et les procédures qui lui sont associées devront plus précisément insister sur les points suivants :

- la méthodologie employée pour maîtriser la teneur en eau soit pour aérer, soit pour ré humidifier la grave de mâchefer, soit simplement pour la maintenir,
- la méthodologie d'apports éventuels de correcteurs granulaires,
- la méthodologie de traitement éventuel au(x) liant(s) hydraulique(s) si nécessaire et la procédure d'assurance qualité de ce traitement (dosage, homogénéité, maintien de la teneur en eau),
- la procédure de compactage de la grave de mâchefer.



Exemples de chantiers de mise en œuvre

TABLE DES ANNEXES

Annexe 1 : Référentiel de conformité environnementale.....	28
Annexe 2 : Fiches d'emploi des graves de mâchefer.....	30
Annexe 3 : Fiche de recommandations et de suivi des graves de mâchefer.....	35
Annexe 4 : Fiche de classement environnemental.....	36
Annexe 5 : Recommandations pour l'échantillonnage.....	38
Annexe 6 : Prescriptions pour les laboratoires d'essais.....	42
Annexe 7 : Références d'emploi.....	45



Chantier de Valdahon (25)



Chantier La Cluse et Mijoux (25)

ANNEXE 1 : Référentiel de conformité environnementale

La teneur intrinsèque en éléments polluants est évaluée sur la base des résultats d'une analyse en contenu total menée sur un échantillon représentatif du lot à caractériser.

Les valeurs limites à respecter en contenu total sont consignées dans le tableau suivant :

PARAMETRE	VALEUR LIMITE A RESPECTER	
	V1 Usages routiers de type 1	V2 Usages routiers de type 2
COT (carbone organique total)	30 g/kg de matière sèche	
BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes)	6 mg/kg de matière sèche	
PCB (polychlorobiphényles 7 congénères : 28, 52, 101, 118, 138, 153 et 180)	1 mg/kg de matière sèche	
Hydrocarbures (C10 à C40)	500 mg/kg de matière sèche	
HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques)	50 mg/kg de matière sèche	
Dioxines et furanes*	10 ng I-TEQ _{OMS 2005} /kg de matière sèche	

* calcul de l'I-TEQ avec concentration égale à zéro pour tout congénère de concentration inférieure à la limite de quantification (LQ)

Le comportement à la lixiviation est évalué sur la base des résultats d'un essai de lixiviation mené conformément à la norme NF EN 12457-2 sur un échantillon représentatif du lot à caractériser.

Les valeurs limites à respecter pour les quantités relarguées à un ratio L/S = 10 l/kg sont consignées dans le tableau suivant :

PARAMÈTRE	VALEUR LIMITE À RESPECTER EXPRIMÉE EN MG/KG DE MATIÈRE SÈCHE	
	V1 Usages routiers de type 1	V2 Usages routiers de type 2
As / Arsenic	0,6	0,6
Ba / Baryum	56	28
Cd / Cadmium	0,05	0,05
Cr total / Chrome total	2	1
Cu / Cuivre	50	50
Hg / Mercure	0,01	0,01
Mo / Molybdène	5,6	2,8
Ni / Nickel	0,5	0,5
Pb / Plomb	1,6	1
Sb / Antimoine	0,7	0,6
Se / Sélénium	0,1	0,1
Zn / Zinc	50	50
F- / Fluorures	60	30
Cl- / Chlorures *	10 000	5 000
SO42- / Sulfates *	10 000	5 000
FS / Fraction soluble *	20 000	10 000

* Concernant les chlorures, les sulfates et la fraction soluble, il convient, pour être jugé conforme, de respecter soit les valeurs associées aux chlorures et aux sulfates, soit de respecter les valeurs associées à la fraction soluble.

ANNEXE 2 : Fiches d'emploi des graves de mâchefer

Les fiches d'emploi, ci-après, sont issues du guide d'application « Acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière – Les mâchefers d'incinération de déchets non dangereux » (Sétra, octobre 2012).

Elles ont été élaborées à partir des normes en vigueur à la date de publication, des guides de recommandations (LCPC, Sétra) et des guides régionaux :

- Terrassements Routiers, réalisation de remblais et des couches de forme, fascicules I et II, GTR, 2ème édition, Guide technique, Sétra/LCPC, Juillet 2000 ;
- Traitement des sols à la chaux et/ou aux liants hydrauliques – Application à la réalisation des remblais et des couches de forme – GTS, Guide technique, Sétra/LCPC, 2000 ;
- Remblayage et réfections des tranchées, Guide technique, Sétra/LCPC, 1994 mis à jour en janvier 1998 ;
- Études et réalisations de tranchées, Guide technique, Sétra, 2001 ;
- Conception et dimensionnement des structures de chaussée, Guide technique, LCPC/Sétra, 1994 ;
- Catalogue de dimensionnement des structures de chaussées, LCPC/Sétra, 1998 ;
- Guide technique pour l'utilisation des matériaux régionaux d'Ile de France : Les mâchefers d'incinération des ordures ménagères, Guide régional Ile-de-France, novembre 1998 révisé en 2003 ;
- Guide d'utilisation en travaux publics : Graves de recyclage - Grave recyclée de démolition et de mâchefer, version 2, Guide régional Rhône-Alpes, 2005 ;
- Caractérisation, mise en œuvre et contrôle du compactage des mâchefers d'incinération d'ordures ménagères (MIOM) dans le domaine des terrassements, Bulletin des Ponts et Chaussées n° 275, A.Quibel, E.Evain – CER CETE Normandie-Centre, 2009 ;
- Guide technique pour l'utilisation des matériaux régionaux de Normandie : Les mâchefers d'incinération des ordures ménagères, Guide régional Normandie, APAQ Normandie ;
- Guide technique pour l'utilisation des matériaux alternatifs de Bourgogne : les graves issues des mâchefers d'incinération de déchets non dangereux, Guide régional Bourgogne, www.materiauxbourgogneguide.com.



Guide national de référence Sétra

Fiche d'emploi des graves de mâchefer n°1 – Les remblais

NF P 11-300 : Classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de forme d'infrastructures routières
Guide des terrassements routiers (GTR), SETRA/LCPC, juillet 2000

Types d'ouvrage et de réalisation

Cette fiche concerne l'utilisation des graves de mâchefer pour la réalisation de remblais jusqu'à 6 mètres de hauteur (excepté les remblais de tranchée) :

- Remblai de protection phonique ou visuelle
- Remblai contigu d'ouvrage d'art
- Remblai sous ouvrage routier (parking, voiries, piste cyclable, transport en commun en site propre)

Caractéristiques et conditions de mise en œuvre

Généralités

Classées F61 selon la NF P 11-300, les graves de mâchefer doivent se trouver dans des conditions hydriques h, m ou s pour être utilisables en remblai.

Les épaisseurs des couches mises en œuvre ne doivent pas dépasser 40 cm.

La qualité requise du compactage est q4 (référence Proctor Normal).

Exemples de préconisations de compactage :

- compacteur vibrant classé V2, épaisseurs des couches de 25 cm, 7 à 8 applications de charge
- compacteur vibrant classé V3, épaisseurs jusqu'à 40 cm avec 8 applications de charge

Dans tous les cas, il convient d'éviter le sur-compactage ainsi que la mise en œuvre de mâchefers trop humides (risque de matelassage).

La teneur en eau des graves de mâchefer à l'application est importante pour la bonne densification du matériau ; la bonne maîtrise de la teneur en eau est impérative.

Précautions particulières

En remblai contigu d'ouvrage d'art, les exigences de compactage sont généralement plus élevées (épaisseur de couches réduites), et il y a lieu d'interposer une séparation imperméable entre le parement de l'ouvrage et le remblai.

Conseils d'amélioration

La grave de mâchefer peut être formulée afin d'améliorer :

- la stabilité immédiate (IPI)
- l'insensibilité à l'eau
- la granularité
- les caractéristiques de dureté

Le mélange avec des sables, GNT ou gravillons est possible.

NB : une formulation avec un autre matériau alternatif requiert une nouvelle caractérisation environnementale.

Restrictions et interdictions



Sous réserve du respect des valeurs limites, des usages autorisés (type 1 et 2) et des limitations liées à l'environnement immédiat de l'ouvrage de l'annexe de l'arrêté du 18 novembre 2011

Fiche d'emploi des graves de mâchefer n°2 – Les remblais de tranchée

NF P 11-300 : Classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de forme d'infrastructures routières

NF P 98-331 : Chaussées et dépendances - Tranchées : ouverture, remblayage, réfection

Types d'ouvrage et de réalisation

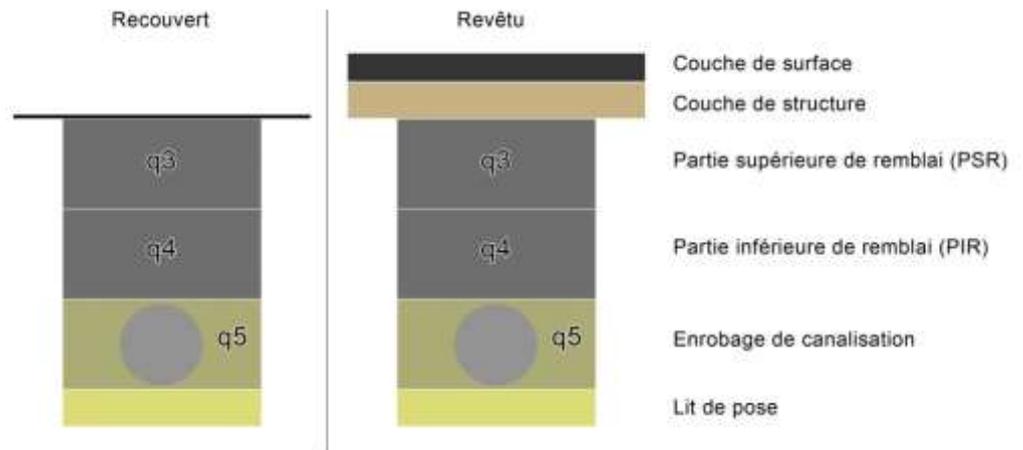
Cette fiche concerne l'utilisation de graves de mâchefer pour la réalisation de remblais de tranchée :

- Remblai de tranchées sous ouvrage
- Remblai de tranchées hors ouvrage

Caractéristiques et conditions de mise en œuvre

Généralités

Classées F61 selon la NF P 11-300, les graves de mâchefer doivent être dans des conditions hydriques h, m ou s pour être utilisables en remblai de tranchée.



Pour les tranchées courantes, les épaisseurs des couches mises en œuvre sont comprises entre 15 et 20 cm, selon les caractéristiques des engins de compactage.

La qualité requise du compactage est q4 en partie inférieure de remblai (PIR), q3 dans la partie supérieure (PSR) et q5 pour l'enrobage de la canalisation. (référence Proctor Normal)

Dans tous les cas, il convient d'éviter le sur-compactage ainsi que la mise en œuvre de mâchefers trop humides (risque de matelassage).

Pour l'enrobage de la canalisation, il convient de s'assurer de la compatibilité chimique du contact entre le matériau de la canalisation et le matériau routier à base de mâchefer.

La grave de mâchefer peut être formulée afin d'améliorer :

- La stabilité immédiate (IPI)
- L'insensibilité à l'eau
- La granularité
- Les caractéristiques de dureté

Le mélange avec des sables, GNT ou gravillons est possible.

Des matériaux autoplaçants et ré-excavables peuvent être fabriqués à base de mâchefer et d'un liant hydraulique adapté afin d'améliorer :

- La remise en circulation du trafic
- L'enrobage de la canalisation
- la facilité de mise en œuvre

Attention, une formulation avec un autre matériau alternatif requiert une nouvelle caractérisation environnementale.

Conseils d'amélioration

Restrictions et interdictions



Sous réserve du respect des valeurs limites, des usages autorisés (type 1 et 2) et des limitations liées à l'environnement immédiat de l'ouvrage de l'annexe de l'arrêté du 18 novembre 2011

Fiche d'emploi des graves de mâchefer n°3 – Les couches de forme

NF P 11-300 Classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de forme d'infrastructures routières

Guide Technique « Traitement des sols à la chaux et/ou aux liants hydrauliques – Application à la réalisation des remblais et des couches de forme » (GTS), SETRA/LCPC - 2000

Types d'ouvrage et de réalisation

Cette fiche concerne l'utilisation de graves de mâchefer pour la réalisation de couches de forme sous ouvrage routier (parking, voiries)

Caractéristiques et conditions de mise en œuvre

Généralités

Classées F61 selon la NF P 11-300, les graves de mâchefer doivent être dans des conditions hydriques m ou s pour être utilisables en couche de forme.

Les épaisseurs des couches mises en œuvre ne devront pas dépasser 25 cm.

La qualité requise du compactage est q3 (référence Proctor Normal).

Exemple de préconisations de compactage :

- compacteur vibrant classé V3, par couches de 25 cm, 10 applications de charge

Dans tous les cas, il convient d'éviter le sur-compactage ainsi que la mise en œuvre de mâchefers trop humides (risque de matelassage).

La teneur en eau des graves de mâchefer à l'application est importante pour la bonne densification du matériau ; la bonne maîtrise de la teneur en eau est impérative.

Graves non traitées

Exemples de mise en œuvre :

Graves de mâchefer non traitées

Conditions d'utilisation	Classe de l'arase	Epaisseur de grave en cm	Classe de plateforme
Chantier arrêté en cas de forte pluie Humidification nécessaire des F61s en cas de conditions météo évaporantes	AR1 (PST1)	75	PF2 $50 \leq E_{v2} \leq 120$ MPa
	AR1 (PST2)	50	
	AR1 (PST3)	40	
	AR2 (PST3)	30	

Graves traitées

Exemples de mise en œuvre :

Graves de mâchefer traitées aux liants hydrauliques

Conditions d'utilisation	Classe de l'arase	Epaisseur de grave traitée de classes mécaniques 4 ou 3	Classe de plateforme
Chantier arrêté en cas de forte pluie	AR1 (PST1)	35cm Cl.4	PF3
	AR1 (PST2)	ou	
	AR1 (PST3)	30cm Cl.3	
	AR2 (PST3)	30cm Cl.4 ou 25cm Cl.3	PF3 (*)

(*) Sous certaines conditions, l'emploi de graves de mâchefer traitées aux liants hydrauliques permet un classement en PF4.

Précautions particulières

La structure finale doit être réalisée avant l'hiver ou la saison pluvieuse. A défaut, mettre en place une protection superficielle provisoire..

Fonçage des poteaux de glissières de sécurité non conseillé car risque de corrosion sauf si les poteaux sont galvanisés.

Optimisation

La grave de mâchefer peut être formulée pour améliorer l'insensibilité à l'eau, la stabilité immédiate (IPI), la granularité et les caractéristiques de dureté.

Le mélange avec des sables, GNT ou gravillons est possible.

Attention, une formulation avec un autre matériau alternatif requiert une nouvelle caractérisation environnementale.

Restrictions et interdictions



Sous réserve du respect des valeurs limites, des usages autorisés (type 1 et 2) et des limitations liées à l'environnement immédiat de l'ouvrage de l'annexe de l'arrêté du 18 novembre 2011

Fiche d'emploi des graves de mâchefer n°4 – Les couches d'assise

NF EN 13242 : Granulats pour matériaux traités aux liants hydrauliques et matériaux non traités utilisés pour la construction des chaussées

NF EN 13285 : Graves non traitées - Spécifications

NF EN 14227-5 : Mélanges traités aux liants hydrauliques - Spécifications

Guide technique pour l'utilisation des matériaux régionaux d'Ile-de-France / Catalogue des structures de chaussée (décembre 2003)

Types d'ouvrage et de réalisation

Cette fiche concerne l'utilisation de graves de mâchefer pour la réalisation de couches d'assise :

- Couche d'assise de chaussées (parking, voiries, piste cyclable, site propre), de faible trafic
- Couche d'assise de voie piétonne
- Couche d'assise de piste cyclable

Caractéristiques et conditions de mise en œuvre

Généralités

Selon la norme granulats NF EN 13242+A1, les caractéristiques intrinsèques et de fabrication dépendent des modes d'élaboration et d'éventuelles recombinaisons.

- De manière générale : dureté D à E.

Selon la norme des graves non-traitées NF EN 13285 :

- Grave 0/31,5 : GNT 2 ou GNT 5 en fonction des caractéristiques LA et MDE
- Grave 0/20 : GNT 3 ou GNT 6 en fonction des caractéristiques LA et MDE

La teneur en eau des graves de mâchefer à l'application est importante pour la bonne densification du matériau ; la bonne maîtrise de la teneur en eau est impérative.

Graves non traitées

Exemple de structure pour une grave de mâchefer de dureté E :

	Plateforme PF1	Plateforme PF2
Trafic T4* Trafic TC1*	BBSG 8 cm Grave naturelle 15 cm Grave de mâchefer 50 cm (en 2 couches)	BBSG 8 cm Grave naturelle 12 cm Grave de mâchefer 30 cm
Trafic T5 Trafic TC0	Enduit superficiel Grave naturelle 15 cm Grave de mâchefer 55 cm (en 2 couches)	Enduit superficiel Grave naturelle 15 cm Grave de mâchefer 30 cm
Voirie légère	Enduit superficiel Grave de mâchefer 30 cm	

(*) Trafic Ti = classe de trafic déterminée à partir de la moyenne journalière annuelle en PL à la mise en service.

(*) Trafic TCi = classe de trafic cumulé sur 20 ans avec taux de croissance linéaire annuel de 2%

Pour une grave de mâchefer de dureté D, la classe de trafic peut être portée à T3 (150 poids-lourds par sens maximum)

Graves traitées

Le traitement par un liant hydraulique d'une grave de mâchefer non formulée permet en utilisation en couche de fondation d'atteindre des classes de trafic T3 (150 poids-lourds par sens maximum) ou T2 (300 poids-lourds par sens maximum).

Le traitement par un liant hydraulique d'une grave de mâchefer formulée permet en utilisation en couche de fondation d'atteindre des classes de trafic plus élevées.

La grave de mâchefer traitée (formulée ou non) est alors caractérisée selon la norme NF EN 14227-5.

Exemples de structures pour une grave de mâchefer traitée aux liants hydrauliques de classe mécanique T3 :

	Plateforme PF2	Plateforme PF3
Trafic TS Trafic TC7	/	Couche de surface 8 cm Grave bitume 13 cm Grave de mâchefer Traitée T3 21 cm
Trafic T0 Trafic TC6	Couche de surface 8 cm Grave bitume 14 cm Grave de mâchefer Traitée T3 23 cm	Couche de surface 8 cm Grave bitume 11 cm Grave de mâchefer Traitée T3 19 cm
Trafic T1 Trafic TC5	Couche de surface 8 cm Grave bitume 12 cm Grave de mâchefer Traitée T3 20 cm	/

Restrictions et interdictions



Sous réserve du respect des valeurs limites, des usages autorisés (type 1 et 2) et des limitations liées à l'environnement immédiat de l'ouvrage de l'annexe de l'arrêté du 18 novembre 2011

ANNEXE 3 : Fiche de recommandations et de suivi des graves de mâchefer

1- PRODUCTEUR			
Installation de Maturation et d'Élaboration	Nom		
	Adresse		
2- MAITRE D'OUVRAGE			
Nom		SIRET	
Adresse			
3- RESPONSABLE DE LA MISE EN ŒUVRE			
Nom		SIRET	
Adresse			
4- CHANTIER			
Adresse			
Date		Coordonnées GPS	
Nature de l'ouvrage			
5- DOMAINE D'EMPLOI			
Usages routiers de type 2		Usages routiers de type 1	
Remblai technique	<input type="checkbox"/>	Couche d'assises	<input type="checkbox"/>
Remblai de tranchée	<input type="checkbox"/>	Couche de forme	<input type="checkbox"/>
Couche d'assise	<input type="checkbox"/>	Remblai sous ouvrage	<input type="checkbox"/>
Autre, précisez :		Remblai de tranchée	<input type="checkbox"/>
		Autre, précisez :	
6- MATÉRIAU			
Nom		Norme Produit	
Grave de mâchefer <input type="checkbox"/>	Grave de mâchefer formulée <input type="checkbox"/>	Grave de mâchefer traitée <input type="checkbox"/>	
7-PRESRIPTIONS RÉGLEMENTAIRES - ARRÊTE DU 18 NOVEMBRE 2011			
<p>Critères de recyclage liés à la nature de l'usage routier :</p> <p>Les usages autorisés sont les usages, au sein d'ouvrages routiers revêtus ou recouverts, des types 1 et 2 définis ci-après.</p> <p>Les usages routiers de type 1 sont les usages d'au plus trois mètres de hauteur en sous-couche de chaussée ou d'accotement d'ouvrages routiers revêtus.</p> <p>Les usages routiers de type 2 sont les usages d'au plus six mètres de hauteur en remblai technique connexe à l'infrastructure routière ou en accotement, dès lors qu'il s'agit d'usages au sein d'ouvrages routiers recouverts.</p> <p>Relèvent également des usages routiers de type 2 les usages de plus de trois mètres et d'au plus six mètres de hauteur en sous-couche de chaussée ou d'accotement d'ouvrages routiers revêtus.</p> <p>Un ouvrage routier est réputé revêtu si sa couche de surface est réalisée à l'aide d'asphalte, d'enrobés bitumineux, d'enduits superficiels d'usure, de béton de ciment ou de pavés jointoyés par un matériau lié et si elle présente en tout point une pente minimale de 1 %.</p> <p>Un ouvrage routier est réputé recouvert si les matériaux routiers qui y sont présents sont recouverts par au moins 30 centimètres de matériaux naturels ou équivalents et s'il présente en tout point de son enveloppe extérieure une pente minimum de 5 %.</p> <p>L'utilisation de matériaux routiers est interdite pour la réalisation de systèmes drainants.</p> <p>L'utilisation des matériaux dans le but de réaliser des travaux de préchargement est interdite.</p> <p>Critères de recyclage liés à l'environnement immédiat de l'ouvrage routier :</p> <p>L'utilisation de matériaux routiers doit se faire :</p>		<p>- en dehors des zones inondables et à une distance minimale de 50 cm des plus hautes eaux cinquantennales ou, à défaut, des plus hautes eaux connues ;</p> <p>- à une distance minimale de 30 mètres de tout cours d'eau, y compris les étangs et les lacs. Cette distance est portée à 60 mètres si l'altitude du lit du cours d'eau est inférieure de plus de 20 mètres à celle de la base de l'ouvrage et dans les zones désignées comme zone de protection des habitats des espèces, de la faune et de la flore sauvages en application de l'article L.414-1 du code de l'environnement ;</p> <p>- en dehors des périmètres de protection rapprochée des captages d'alimentation en eau potable ;</p> <p>- en dehors des zones couvertes par une servitude d'utilité publique instituée, en application de l'article L.211-12 du code de l'environnement, au titre de la protection de la ressource en eau ;</p> <p>- en dehors des parcs nationaux ;</p> <p>- en dehors des zones de karsts affleurants.</p> <p>Critères de recyclage liés à la mise en œuvre du matériau routier :</p> <p>La mise en œuvre de matériaux routiers doit être effectuée de façon à limiter les contacts avec les eaux météoriques, superficielles et souterraines. A ce titre, la quantité de matériaux routiers stockée temporairement dans l'emprise d'un chantier routier donné doit être limitée aux seuls besoins permettant de s'affranchir de l'irrégularité des approvisionnements du chantier, sans que jamais cette quantité n'excède 1 000 m³.</p>	
8- VISA DU RESPONSABLE DE LA MISE EN ŒUVRE			
Nom (personne responsable du chantier ou de la mise en œuvre) :			Date :
Visa :			

ANNEXE 4 : Fiche de classement environnemental

Usine de valorisation énergétique	Lot
XXXXXXXXXX	Mois/Année
Classement environnemental	V1 Ou V2

Paramètre Teneur intrinsèque en éléments polluants	Valeur limite à respecter		Résultat de l'essai
	V1 Usages routiers de type 1	V2 Usages routiers de type 2	
COT (carbone organique total)	30 g/kg de matière sèche		
BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes)	6 mg/kg de matière sèche		
PCB (polychlorobiphényles 7 congénères)	1 mg/kg de matière sèche		
Hydrocarbures (C10 à C40)	500 mg/kg de matière sèche		
HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques)	50 mg/kg de matière sèche		
Dioxine et furannes	10 ng I-TEQ _{OMS 2005} /kg de matière sèche		

Paramètre Comportement à la lixiviation	Valeur limite à respecter exprimée en mg/kg de matière sèche		Résultat du dernier essai
	V1 Usages routiers de type 1	V2 Usages routiers de type 2	
As / Arsenic	0,6		
Ba / Baryum	56	28	
Cd / Cadmium	0,05		
Cr total / Chrome total	2	1	
Cu / Cuivre	50		
Hg / Mercure	0,01		
Mo / Molybdène	5,6	2,8	
Ni / Nickel	0,5		
Pb / Plomb	1,6	1	
Sb / Antimoine	0,7	0,6	
Se / Sélénium	0,1		
Zn / Zinc	50		
F ⁻ / Fluorures	60	30	
Cl ⁻ / Chlorures *	10 000	5 000	
SO ₄ ²⁻ / Sulfates *	10 000	5 000	
FS / Fraction soluble *	20 000	10 000	

* Concernant les chlorures, les sulfates et la fraction soluble, il convient, pour être jugé conforme, de respecter soit les valeurs associées aux chlorures et aux sulfates, soit de respecter les valeurs associées à la fraction soluble.

Usages routiers de type 1

Les usages routiers de type 1 sont les usages d'au plus trois mètres de hauteur en sous-couche de chaussée ou d'accotement d'ouvrages routiers revêtus : remblai sous ouvrage, couche de forme, couche de fondation, couche de base, et couche de liaison.

Un ouvrage routier est réputé revêtu si sa couche de surface est réalisée à l'aide d'asphalte, d'enrobés bitumineux, d'enduits superficiels d'usure, de béton de ciment ou de pavés jointoyés par un matériau lié et si elle présente en tout point une pente minimale de 1 %.

Les graves de mâchefers pouvant être utilisées dans des usages routiers de type 1 sont celles pour lesquelles les mâchefers élaborés entrant dans leur composition satisfont aux valeurs limites V1 des tableaux 1 et 2 précédents.

Usages routiers "type 1"



Usages routiers de type 2

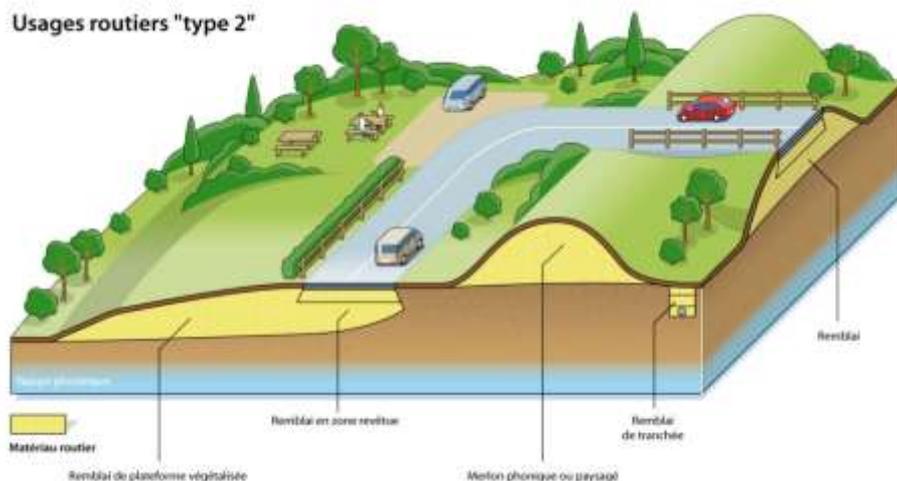
Les usages routiers de type 2 sont les usages d'au plus six mètres de hauteur en remblai technique connexe à l'infrastructure routière (par exemple : protection phonique) ou en accotement, dès lors qu'il s'agit d'usages au sein d'ouvrages routiers recouverts.

Relèvent également des usages routiers de type 2 les usages de plus de trois mètres et d'au plus six mètres de hauteur en sous-couche de chaussée ou d'accotement d'ouvrages routiers revêtus.

Un ouvrage routier est réputé recouvert si les matériaux routiers qui y sont présents sont recouverts par au moins 30 centimètres de matériaux naturels ou équivalents et s'il présente en tout point de son enveloppe extérieure une pente minimum de 5 %.

Les graves de mâchefers pouvant être utilisées dans des usages routiers de type 2 sont celles pour lesquelles les mâchefers élaborés entrant dans leur composition satisfont aux valeurs limites V2 des tableaux précédents.

Usages routiers "type 2"



ANNEXE 5 : Recommandations pour l'échantillonnage

Donnée à titre indicatif, cette annexe permet de comprendre que les pratiques sont encadrées réglementairement et qu'il existe ainsi une base commune en vue de tout contrôle (tant interne qu'externe)

Les recommandations pour l'échantillonnage, ci-après, sont issues du guide d'application « Acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière – Les mâchefers d'incinération de déchets non dangereux » (Sétra, octobre 2012).

Les modalités à suivre sont celles des normes « granulats » :

- NF EN 932-1 : essais pour déterminer les propriétés générales des granulats – partie 1 : méthodes d'échantillonnage ;
- NF EN 932-2 : essais pour déterminer les propriétés générales des granulats – partie 2 : méthodes de réduction d'un échantillon de laboratoire.

Les prélèvements peuvent s'effectuer de deux manières différentes :

- sur bande transporteuse ;
- sur stock.

Le protocole SVDU de prélèvement sur flux peut aussi s'appliquer.

Dans tous les cas, la constitution d'un échantillon pour laboratoire est précédée de la réalisation d'un échantillon global de taille importante représentatif du lot ou du stock échantillonné. L'échantillon de laboratoire est issu de la réduction de l'échantillon global après homogénéisation.

Masses à prélever

Les normes granulats proposent les quantités suivantes minimum à prélever pour une grave ayant un $D_{max} = 32$ mm :

- masse M minimale d'un échantillon global : 45 kg ;
- masse m des prélèvements unitaires constituant l'échantillon global : 2 kg ;
- masse de l'échantillon de laboratoire réduit : 2 kg.

Appareillage et procédure de prélèvement, constitution de l'échantillon global

Échantillonnage sur bandes transporteuses à l'arrêt

L'échantillon global est constitué de plusieurs prélèvements sur bandes transporteuses à l'arrêt. Le nombre et la répartition dans le temps des prélèvements doivent être choisis de manière à ce que l'échantillon global soit représentatif du lot. Tous les prélèvements doivent être faits au même point d'échantillonnage. Le matériau de chaque prélèvement doit provenir d'une section transversale complète (pelle et balayette nécessaires) de la bande transporteuse. Il peut être utilisé un cadre d'échantillonnage.

L'ensemble des prélèvements sur bande est mélangé pour constituer l'échantillon global.

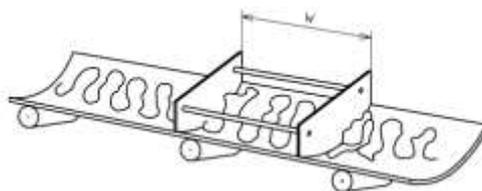


Figure : Cadre d'échantillonnage (NF EN 932-2)

Le prélèvement sur stock

C'est le type d'échantillonnage le plus utilisé sur l'IME. Pour minimiser l'effet de la ségrégation du stock, il faut prélever en différents points à hauteurs différentes. Dans le cas particulier des stocks de mâchefer élaboré, la partie superficielle du stock ne doit pas être prélevée (maturation non représentative). Aux endroits des prélèvements, la surface du stock est écartée sur plus de 30 cm de profondeur. Des prélèvements de taille à peu près égale doivent être effectués en différents points à différentes hauteurs ou profondeurs sur l'ensemble du stock. L'emplacement et le nombre de prélèvements doivent tenir compte de la manière dont le stock est construit, de sa forme et de la possibilité de ségrégation interne. Le prélèvement doit être fait à l'aide d'une pelle à main, d'une pelle ou d'une benne au point le plus profond de chaque trou réalisé.

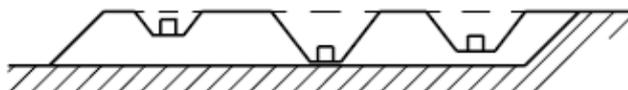


Figure : Échantillonnage sur stocks plats

Sur un stock en forme de toit dont la base est plus longue dans un sens que dans l'autre, où l'on n'observe pas de figure régulière de ségrégation, cas général des stocks de mâchefer élaboré, les quantités prélevées correspondent à ce qu'indique la figure ci-dessous. Aussi prend-on dans le stock 5 fois plus de prélèvements sur le tiers inférieur et 3 fois plus de prélèvements sur le tiers médian que sur le tiers du haut, soit dans ce cas au moins 18 prélèvements (10 en bas, 6 au milieu, 2 en haut) de 2,5 kg environ. Ces prélèvements mélangés constituent l'échantillon global (45 kg) qui va être réduit pour transmission au laboratoire.

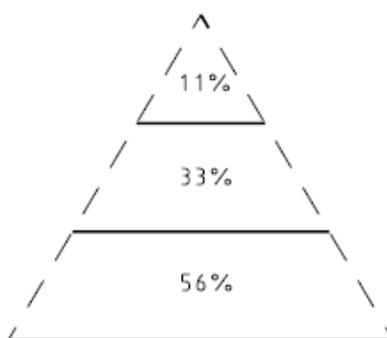


Figure : Échantillonnage sur stocks en forme de toit

Échantillonnage d'un stock à l'aide d'une chargeuse

Dans le cas de stocks importants, une chargeuse est utilisée pour découvrir une surface d'échantillonnage à l'intérieur du stock. Un certain nombre de godets est prélevé sur cette surface et est mélangé pour former un tas pour l'échantillonnage. Une pelle est utilisée pour prélever un certain nombre d'échantillons en des emplacements choisis au hasard dans le tas.

Réduction de l'échantillon global

L'échantillon global (> 45kg) issu des prélèvements unitaires doit être réduit pour transmission au laboratoire d'essai environnemental à une masse supérieure à 2kg pour une granulométrie de 32 mm (en référence à NF EN 932-2 § 11 tableau 1 « Masse minimale des sous-échantillons au cours de la division d'échantillons pour une analyse chimique »).

Taille maximale des particules mm	Masse minimale de sous-échantillons g
1	100
2	200
4	500
8	800
16	1 000
32	2 000
63	10 000

Tableau : masse minimale des échantillons au cours de la division d'échantillons pour une analyse chimique

Après homogénéisation à la pelle de l'échantillon global, plusieurs méthodes sont possibles :

- la plus utilisée et la plus fiable en laboratoire est l'emploi d'un diviseur à couloir : l'échantillon global est inséré en haut du diviseur et séparé en deux fractions égales en passant dans les couloirs. L'opération est répétée jusqu'à obtenir un échantillon > 2 kg pour envoi au laboratoire pratiquant les essais environnementaux ;

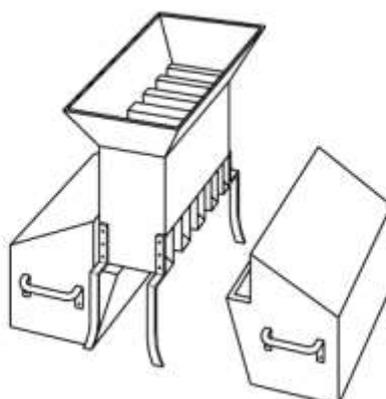


Figure : diviseur à couloirs

- par quartage, généralement sur site à proximité du stock échantillonné : faire un tas avec les échantillons (le tas est mélangé au moins 3 fois), couper en 4 quarts, regrouper 2 quarts opposés et recommencer à jusqu'à obtenir un échantillon environ >2 kg pour envoi au laboratoire pratiquant les essais environnementaux.

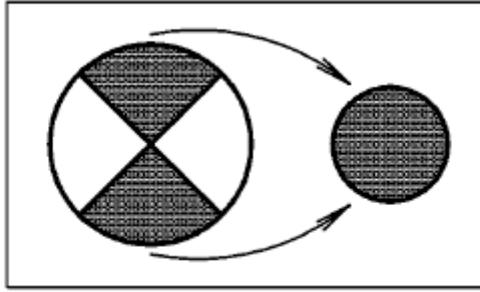


Figure : quartage

Echantillon final pour le laboratoire pratiquant les essais environnementaux

Placer l'échantillon final dans :

- des bocaux en verre pour la mesure des organiques ;
- un sac plastique étanche pour les autres essais. Chasser l'air du sac et le fermer hermétiquement ;
- exclure les récipients en aluminium.

Protections individuelles

Gants, masque à poussière.

ANNEXE 6 : Prescriptions pour les laboratoires d'essais

Les prescriptions pour les laboratoires d'essais, ci-après, sont issues du guide d'application « Acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière – Les mâchefers d'incinération de déchets non dangereux » (Sétra, octobre 2012).

Procédure de séchage

- délai maximum entre la réception au laboratoire et le début du séchage : 24h ;
- la température de séchage doit être de $105\pm 5^{\circ}\text{C}$ sous atmosphère normale ;
- durée du séchage : 24 heures ou jusqu'à poids constant (variation de masse $< 1\%$ entre deux pesées successives à 2h d'intervalle avec reprise du séchage entre les deux pesées).

Normes d'analyses (données à titre indicatif)

Essai de lixiviation

- NF EN 12457-2 (2001) : Caractérisation des déchets – Lixiviation – Essais de lixiviation de conformité pour les déchets granulaires et les boues – Partie 2 : essai en bûchée simple à un ratio liquide sur solide égal à 10 l/kg avec une granularité inférieure à 4 mm (sans ou avec réduction granulométrique).

Analyse des éluats

- NF EN 16192 : Caractérisation des déchets – Analyse des éluats.

Analyse des composés organiques

- COT : NF EN 13137 - « Caractérisation des déchets - Dosage du carbone organique total (COT) dans les déchets, boues et sédiments » (ou pr EN 15936 dans le futur proche) ;
- Hydrocarbures totaux : NF EN 14039 « Caractérisation des déchets - Détermination de la teneur en hydrocarbures par chromatographie en phase gazeuse dans la plage C10 à C40 »
- HAP : NF EN 15527 « Caractérisation des déchets - Dosage des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dans les déchets par chromatographie en phase gazeuse/spectrométrie de masse (CG/SM) » ;
- PCB : NF EN 15308 « Caractérisation des déchets - Détermination de polychlorobiphényles (PCB) sélectionnés dans les déchets solides, par chromatographie en phase gazeuse capillaire avec détection par capture d'électrons ou spectrométrie de masse » ;
- BTEX :
 - NF ISO 22155 « Qualité du sol - Dosage des hydrocarbures aromatiques et halogénés volatils et de certains éthers par chromatographie en phase gazeuse - Méthode par espace de tête statique »
ou
 - NF ISO 15009 « Qualité du sol - Détermination par chromatographie en phase gazeuse des teneurs en hydrocarbures aromatiques volatils, en naphthalène et en hydrocarbures halogénés volatils - Méthode par purge et piégeage avec désorption thermique ».
- Dioxines et furanes :

- paramètre couvert par la portée d'accréditation du laboratoire selon NF EN ISO/ CEI 17025 ;
- prétraitement de l'échantillon suivant NF ISO 11464 « Qualité du sol - Prétraitement des échantillons pour analyses physico-chimiques » ;
- extraction soxhlet ou sous pression à chaud (ASE accelerated ou automated solvent extractor) ;
- dosage suivant NF EN 1948 « Détermination de la concentration massique en PCDD/F et en PCB de type dioxine ». ;
- Les résultats d'analyses s'expriment dans le référentiel OMS 2005. Lorsque la concentration pour un des congénères est inférieure à la limite de quantification, prendre cette concentration égale à « 0 » pour le calcul de la quantité cumulée pour tous les congénères ;
- Le laboratoire d'analyse fournira le rapport complet.

Le laboratoire d'analyse devra tenir compte de l'évolution des normes et appliquer les normes en vigueur. Le laboratoire peut proposer une méthode interne équivalente sous réserve de justification auprès du demandeur.

Expression des résultats d'analyse

Comme précisé à l'article 7 de l'arrêté ministériel du 18 novembre 2011 : « Les méthodes d'analyse sont choisies de manière que les limites de détection et de quantification associées permettent de positionner sans ambiguïté les résultats avec les valeurs limites des paramètres analysés ».

Flaconnages

Flaconnages adéquats pour chaque analyse à fournir par le laboratoire.

Délai d'analyses et de fourniture des PV d'essai

Engagement à préciser au demandeur lors de la proposition

Détails des normes d'essai pour les analyses des éluats (donnés à titre indicatif)

Lixiviation NF EN 12457-2		Analyses des éluats selon NF EN 16192	
mg/kg	Seuil de l'Arrêté du 18/11/2011	Norme d'essai à respecter	Norme d'essai alternative*
As	0,6	NF EN ISO 11885 ou EN ISO 11969	EN ISO 17294-2
Ba	28	NF EN ISO 11885	EN ISO 17294-2
Cd	0,05	ISO 8288 ou NF EN ISO 11885	EN ISO 17294-2
Cr	1	NF EN ISO 11885	EN ISO 17294-2
Cu	50	ISO 8288 ou NF EN ISO 11885	EN ISO 17294-2
Hg	0,01	NF EN 1483	EN ISO 17294-2 ou EN ISO 17852
Mo	2,8	NF EN ISO 11885	EN ISO 17294-2
Ni	0,5	ISO 8288 ou NF EN ISO 11885	EN ISO 17294-2
Pb	1	ISO 8288 ou NF EN ISO 11885	EN ISO 17294-2
Sb	0,6	NF EN ISO 11885	EN ISO 17294-2
Se	0,1	NF EN ISO 11885	EN ISO 17294-2
Zn	50	ISO 8288 ou NF EN ISO 11885	EN ISO 17294-2
Fluorures	30	EN ISO 10304-1 ou ISO 10359-1	/
Chlorures	5000	ISO 9297 ou EN ISO 10304-1 ou EN ISO 10304-2	/
Sulfates	5000	EN ISO 10304-1 ou EN ISO 10304-2	/
Fraction soluble	10000	NF EN 15216	NF T 90-029

* Si l'on constate que les méthodes référencées (Tableau 1 de la norme NF EN 16192) sont inappropriées en raison, par exemple, des limites de détection, de la répétabilité ou des interférences, d'autres méthodes validées pour l'analyse de l'eau, telles que les techniques SFA, FG-SAA, ICP-MS peuvent être utilisées. **Leur adéquation à l'analyse des éluats de déchets doit être vérifiée dans le laboratoire conduisant l'analyse. La raison de la divergence doit être indiquée dans le rapport d'essai.**

ANNEXE 7 : Références d'emploi (entre 2008 et 2015)

Dépt.	Chantier	Maître d'ouvrage	Maître d'Œuvre	Entreprise	Année	Trafic	Description des travaux			Description du matériau		
							Usage	Ep	Quantité	Cl. Env.	Granularité	Type
25	Chantier routier / RD 131	CG 25	STA PONTARLIER	VERMOT / ISABEY	2008	T3	Couche de forme	40 cm	1 000 T	V	0/30	SCORGRAVE
25	ZA à Etalans	CC VALDAHON	DDE VALDAHON	VERMOT / DODANE	2008	T3	Couche de forme	41 cm	1 500 T	V	0/30	SCORGRAVE
25	Assainissement / Morteau	CC VAL DE MORTEAU	VERDI	VERMOT	2009	T3	Remblai de tranchée	100 cm	500 T	V	0/30	SCORCAN (LH)
25	Assainissement	SEPTFONTAINES	RATTE	BOUCARD / VERMOT	2010	T4	Remblai de tranchée	100 cm	500 T	V	0/30	SCORCAN (LH)
25	Assainissement	LA CLUSE ET MIJOUX	Services techniques	VERMOT / MESNIER	2010	T4	Remblai de tranchée	50 cm	500 T	V	0/30	SCORCAN (LH)
25	RD 354 / Naisey-les-Granges	CG 25	STA BESANCON	VERMOT	2009	T3	Poutre de rives	40 cm	500 T	V	0/30	SCORIVE (LH)
25	RD 48 / Bugny	CG 25	STA PONTARLIER	VERMOT	2011	T3	Poutre de rives	45 cm	1 000 T	V	0/30	SCORIVE (LH)
25	Voie communale / Les Combes	LES COMBES	ANDRE	VERMOT	2012	T4	Poutre de rives	40 cm	500 T	V	0/30	SCORIVE (LH)
25	Plate-forme	PREVAL	ANDRE	VERMOT	2012	T3	Couche d'assise	30 cm	500 T	V1	0/30	SCORCIM (LH)
25	ZA à Etalans	CC VALDAHON	Services techniques	VERMOT	2013	T3	Couche d'assise	35 cm	1 500 T	V1	0/30	SCORCIM (LH)
25	Centre de Tri (Pontarlier)	PREVAL	ANDRE	VERMOT	2014	T4	Couche de forme	25 cm	1 800 T	V1	0/30	SCORCIM (LH)
25	Lotissement	VALDAHON	FROCOTEC	VERMOT	2015	T5	Couche de forme	20 cm	2100 T	V1	0/30	SCORCIM (LH)
25	Plateforme / La Cluse et Mijoux	GOURSOLL'IMMO	SOPRECO	VERMOT	2015	T4	Couche de forme	30 cm	3200 T	V1	0/30	SCORCIM (LH)
70	RD 100 / Bougnon	CG 70	CG 70 / DSTT	EUROVIA	2007	T4	Poutre de rives	45 cm	2600 T	V	0/30	GR
70	RD 33 / Fondremand Tresille	CG 70	CG 70 / DSTT	ROGER MARTIN	2007	T4	Couche de forme Poutre de rives	45 cm	1000 T	V	0/30	GR

70	RD 15 - RD 225 / Beaumotte Marnay	CG 70	CG 70 / DSTT	SCREG	2008	T3-T5	Couche de forme Poutre de rives	45 cm	1800 T	V	0/30	GR
70	RD 23 / Cubry-Les-Soing	CG 70	CG 70 / DSTT	PARC EQUIPEMENT	2008	T5	Poutre de rives	45 cm	1200 T	V	0/30	GR
70	RD 23 / Fresne-Saint-Mames	CG 70	CG 70 / DSTT	SCREG	2008	T5	Remblai Couche de forme Poutre de rives	45-60 cm	1200 T	V	0/30	GR
70	RD 36 / Framont	CG 70	CG 70 / DSTT	BONGARZONE	2009	T4	Poutre de rives	45 cm	2500 T	V	0/30	GR
90	CCBB Montreux Château	CCBB	Cabinet Merlin	COLAS EST	2009	T3	Remblai de tranchée	100 cm	3000 T	V	0/30	GR
90	Déchèterie de Sermamagny	CAB	CAB	COLAS EST	2010	T4	Couche de forme	50 cm	3500 T	V	0/30	GR
90	Déchetterie Danjoutin	CAB	CAB	ROGER MARTIN	2011	T4	Remblai	40 cm	1 800 T	V	0/30	GTLH
90	Optymo - Belfort	SMTC	BEJ	COLAS EST	2013	T4	Couche de forme	20 cm	500 T	V	0/30	GR
90	Rue de Turenne / Valdoie	VALDOIE	BEJ	ROGER MARTIN	2013	T4	Remblai de tranchée	150 cm	360 T	V2	0/31,5	GR
90	Hôpital Médián/Trevenans	CHBM	SNCL	TRANSROUTE	2013	nr*	Couche de forme	80 cm	2657 T	V	0/30	GR
90	Hôpital Médián/Trevenans	CHBM	SNCL	TRANSROUTE	2014	nr*	Couche de forme et remblais de tranchée	80 cm- 150 cm	11615 T	V	0/30	GR
90	GE ENERGY / Bourogne	GE	GE	TRANSROUTE	2014	nr*	Couche d'assise	50 cm	1026 T	V	0/30	GR
90	DIDIER DISTRIBUTION/ Héricourt	Didier Construction	KS Construction	TRANSROUTE	2014	nr*	Couche de forme et remblais de tranchée	50 cm- 120 cm	411 T	V	0/30	GR
90	Centre Périscolaire / Méziré	Commune de Méziré	Thierry LORACH	TRANSROUTE	2015	nr*	Couche de réglage	10 cm	11 T	V	0/20	GR
90	DIDIER DISTRIBUTION/ Héricourt	Didier Distribution	KS Construction	TRANSROUTE	2015	nr*	Couche de forme et remblais de tranchée	50 cm- 120 cm	642 T	V	0/30	GR
90	Hôpital Médián/Trevenans	CHBM	SNCL	TRANSROUTE	2015	nr*	Couche de forme et remblais de tranchée	80 cm- 150 cm	7299 T (au 31/08/2015)	V	0/30	GR
67	SCI MUSEAU Voirie et Bureaux	LINGENHELD ENVIRONNEMENT	/	LINGENHELD SAS	2014	T4	Couche de forme	70 cm	4145 T	V1	0/50	GR
67	Lotissement Wasselonne Les Champs fleuris (RD 2004 et RD 2020)	DELTA ENVIRONNEMENT	OTE	LINGENHELD SAS	2014	T5	Couche de forme	55 cm	494 T	V1	0/50	GR

67	Piste cyclable / Schnersheim	DELTAT ENVIRONNEMENT	EGIS	LINGENHELD SAS	2014	T5	Couche de forme	40 cm	551 T	V1	0/50	GR
67	Concession Zone Activité	Wolkswagen	WEBER KEILING	LINGENHELD SAS	2014	T5	Couche de forme	40 cm	1206 T		0/50	GR
67	TSPO Lot 2	Conseil Général 67	Conseil Général 67	LINGENHELD SAS	2014	TC3-30	Couche de forme	70 cm	480 T	V1	0/50	GR
67	Giratoire/ Wasselonne RD 1004/RD 260	Ville Wasselone Conseil Général 67	SODEREF	LINGENHELD SAS	2014	T2	Couche de forme	94 cm	1356 T	V1	0/50	GR
67	SCI MUSEAU / Extension PF environnement	LINGENHELD ENVIRONNEMENT	/	LINGENHELD SAS	2015	T4/T3	Couche de forme	70 cm	3045 T	V1	0/50	GR
67	Geudertheim Tranche 2 Lotissement	Pierres et Territoires	BEREST	LINGENHELD SAS	2015	T5	Couche de forme	60 cm	100 T	V1	0/50	GR
67	Gundershoffen	DELTA AMENAGEMENT	BEREST	LINGENHELD SAS	2015	T5	Couche de forme	50 cm	534 T	V1	0/50	GR

*nr : non renseigné

LISTE DES ACRONYMES

ASCOMADE : Association de Collectivités pour la Maîtrise des Déchets et de l'Environnement

ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

BSD : Bordereau de Suivi des Déchets

BTEX : Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylènes

CEREMA : Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement

COT : Carbone organique total

DASRI : Déchets d'Activités de Soins à Risques Infectieux

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'aménagement et du logement

FRTP : Fédération Régionale des Travaux Publics

HAP : Hydrocarbure aromatique polycyclique

ICPE : Installation classée pour la protection de l'environnement

IDRRIM : Institut des Routes, des Rues et des Infrastructures pour la Mobilité

IME : Installation de maturation et d'élaboration

ISDND : Installation de stockage de déchets non dangereux

MEDDE : Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie

MIDND : Mâchefer d'incinération de déchets non dangereux

PCB : Polychlorobiphényles

PREVAL : Syndicat mixte de traitement et de valorisation des déchets du Haut-Doubs

SERTRID : Syndicat d'études et de réalisations pour le traitement intercommunal des déchets

SYBERT : Syndicat Mixte de traitement et de valorisation des déchets de Besançon et sa région

SYDOM : Syndicat de traitement des ordures ménagères du Jura

SYTEVOM : Syndicat Mixte à vocation unique pour le Transfert, l'Élimination et la Valorisation des Ordures Ménagères

USIRF : Union des Syndicats de l'Industrie Routière Française

BIBLIOGRAPHIE

Normes

- [1] Caractérisation des déchets. Essai de conformité pour la lixiviation des déchets fragmentés et des boues. partie 2: essai en bâchée unique avec un rapport liquide-solide de 10 l/kg et une granularité inférieure à 4mm (sans ou avec réduction de la granularité). Norme NF EN 12457- 2 .AFNOR, Décembre 2002.
- [2] Granulats pour matériaux traités aux liants hydrauliques et matériaux non traités utilisés pour les travaux de génie civil et pour la construction des chaussées. Norme NF EN 13242+A1, Mars 2008.
- [3] Granulats pour mélanges hydrocarbonés et pour enduits superficiels utilisés dans la construction des chaussées, aéroports et d'autres zones de circulation. Norme NF EN 13043, Août 2003.
- [4] Graves non traitées << Spécifications >>, Norme NF EN 13285, Décembre 2010.
- [5] Mélanges traités aux liants hydrauliques < Spécifications > Partie 5: Mélanges traités au liant hydraulique routier. Norme NF EN 14227-5, Février 2005.
- [6] Granulats /échantillonnage. Norme NF EN 932,1996.
- [7] Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats - Partie .I 1 essai de classification des constituants de gravillons recyclés. Norme NF EN 933-1 1, Juillet 2009.
- [8] Essai de tri pour déterminer la teneur en métaux de mâchefer d'usines d'incinération. Norme NF EN 16262.AFNOR, Août 2011,
- [9] Granulats - éléments de définition, conformité et codification. Norme NF P 18-545, Septembre 2011.
- [10] Exécution des terrassements - classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de forme d'infrastructures routières. Norme NF P 11-300. AFNOR, Septembre 1992.
- [11] Tranchées: ouverture, remblayage, réfection. Norme NF P g8-331. AFNOR, Février 2005.

Guides, recommandations, etc.

- [12] Acceptabilité de matériaux alternatifs en technique routière. Evaluation environnementale, Sétra, 2011. (Référence Sétra : 1 101)
- [13] Arrêté du 18/11/11 relatif au recyclage en technique routière des mâchefers d'incinération de déchets non dangereux JO n°277 du 30 novembre 2011) NOR:DEVP 1131516A, modifié par l'arrêté du 27/07/2012 modifiant divers arrêtés relatifs au traitement de déchets (JO n°183 du 8 août 2012) NOR: DEVP1230939A.
- [14] Guide des Terrassements Routiers, réalisation de remblais et des couches de forme, fascicules, GTR, Guide Technique, (référence Sétra : D9233-1) et II (référence Sétra : D9233-2), Sétra LCPC, 2ème édition, juillet 2000.
- [15] Traitement des sols à la chaux et/ou aux liants hydrauliques - Application à la réalisation des remblais et des couches de forme - GTS, Guide Technique, Sétra/LCPC 2000 . (référence Sétra : D9924)
- [16] Remblayage et réfections des tranchées, Guide technique, Sétra/LCPC, 1994, mise à jour janvier 1998. (Référence Sétra : D9441)
- [17] Etudes et réalisations de tranchées, Guide technique, Sétra, 2001. (référence Sétra: D0124)
- [18] Guide technique pour l'utilisation des matériaux régionaux d'Ile de France: <Les mâchefers d'incinération des ordures ménagères>, Guide régional Ile de France, novembre 1998, révisé 2003.
- [19] Guide d'utilisation en travaux publics Graves de recyclage <Grave recyclée de démolition et de mâchefer> version 2, Guide régional Rhône-Alpes , 2005.
- [20] Guide technique pour l'utilisation des matériaux régionaux de Normandie (Les mâchefers d'incinération des ordures ménagères, Guide régional Normandie, APAQ Normandie.
- [21] guide technique pour l'utilisation des matériaux alternatifs de Bourgogne les graves issues des mâchefers d'incinération de déchets non dangereux, Guide régional Bourgogne, <http://www.materiauxbourgogneguide.com>.
- [22] Caractérisation, mise en oeuvre et contrôle du compactage des mâchefers d'incinération d'ordures ménagères (MIOM) dans le domaine des terrassements, Bulletin des Ponts et Chaussées n° 275, QUIBEL A., EVAIN E., CER CETE Normandie-Centre, 2009.
- [23] « Etat des lieux de la gestion des mâchefers en France », série technique DT 50, AMORCE, Octobre 2012