

GUIDE TECHNIQUE
POUR L'UTILISATION
DES MATERIAUX REGIONAUX
D'ILE-DE-FRANCE

VALORISATION DES EXCEDENTS
DE DÉBLAIS DE TRAVAUX PUBLICS

Décembre 2003

Ce guide a été établi en 2002, dans le cadre de la Charte pour une gestion durable et une utilisation rationnelle des granulats en Ile-de-France, par un groupe de travail composé de :

Union Nationale des Industries de Carrières et Matériaux de Construction d'Ile-de-France : Ph. Garnier, L. Nauleau, M. Snakkers, D. Uguen

Syndicat Professionnel Régional des Industries Routières d'Ile-de-France : E. Godard, M. Jourdan, G. Ragot

Chambre Syndicale Nationale des Fabricants de Chaux Grasses et Magnésiennes : V. Lelong

Laboratoire Régional de l'Est Parisien : Ch. Cimpelli et B. Blasutto au titre de consultant pour le matériel

L'animation et la rédaction de ce guide ont été assurées par Ch. CIMPELLI et V. LELONG.

Contact :

D.Brochard, Directeur technique à la Direction Régionale de l'Équipement d'Ile-de-France

E mail : dominique.brochard@equipement.gouv.fr

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	5
2. IMPORTANCE, NATURE, CLASSIFICATION ET CONDITIONS DE REEMPLOIS	7
2.1 - Importance, nature.....	7
2.2 - Classification	8
2.3 - Conditions de réemploi en remblais	9
2.3.1 - Technique de traitement des déblais	9
2.3.2 - Etude préalable	10
2.3.3 - Suivi de la production	10
3. INSTALLATIONS DE TRAITEMENT	11
3.1 – Description du processus	11
3.1.1 – Sélection et tri des matériaux entrants	11
3.1.2 – Scalpage	11
3.1.3 – Criblage	12
3.1.4 – Malaxage et apport de réactif	12
3.1.5 – Stockage du matériau traité	12
3.1.6 – Types d'installations	12
3.2 – Situation en Ile de France	12
3.3 – Autres expériences	13
4. MISE EN ŒUVRE DES MATERIAUX DE REEMPLOI ET MAITRISE DE LA QUALITE	15
4.1 – Etablissement du DCE	15
4.1.1 – Stipulations à faire figurer au CCTP	15
4.1.2 – Exigences devant figurer en SOPAQ	16
4.2 – Préparation du chantier	16
4.3 - Déroulement du chantier	16
5. ASPECTS ECONOMIQUES	17
5.1 – Filière traditionnelle	17
5.1.1 – Coût de l'évacuation des déblais en décharge	17
5.1.2 – Coût des matériaux d'apport	17
5.2 – Déblais traités à la chaux	17
5.2.1 – Coût d'achat des matériaux de réemploi	18
5.2.2 – Transport	18
5.3 - Conclusions	18
6. ANNEXES	19
6.1 – Carte d'implantation des sites de traitement en Ile de France	19
6.2 - Fiche par centre de traitement	21
6.3 - Références des textes à caractère normatif ou réglementaire	27

1. INTRODUCTION

La circulaire "Planification de la gestion des déchets du bâtiment et des travaux publics" [1] fait état de l'importance, dans le domaine des Travaux publics, des déchets, constitués majoritairement de terres et constate tout particulièrement l'insuffisance des filières de recyclage.

Elle fixe entre autres objectifs pour l'élaboration des plans départementaux d'élimination des déchets, la nécessité de mise en place de réseaux de traitement visant à la réduction de la mise en décharge, la valorisation et le recyclage de ces déchets dans le respect des exigences technologiques, environnementales et de santé.

En Ile-de-France il existe des installations pour réemployer de tels déchets de Travaux publics, fondées sur la sélection de terres classées sous la rubrique "déchets inertes de matériaux minéraux naturels et de terres non polluées ou dépolluées" [2]. Ces terres proviennent généralement de déblais dans les sols en place et font l'objet d'un traitement pour atteindre les exigences requises par le réemploi. Il s'agit d'une démarche relativement récente, perfectible, qui concourt à la réalisation des dispositions de gestion des déchets, exprimées par la circulaire citée.

L'objet de ce Guide Technique "Valorisation des excédents de déblais

de Travaux publics" est d'informer les maîtrises d'ouvrage et d'œuvre, les professionnels concernés sur les possibilités offertes par une telle filière permettant l'utilisation de certains déblais au lieu de leur mise en décharge.

Au chapitre 2, après avoir rappelé l'importance des enjeux, les natures possibles des terres issues de déblais, situé leur classification géotechnique après recyclage, à partir de données bibliographiques et des informations recueillies, le Guide Technique fait état des conditions de réemploi des déblais triés en remblais de tranchées, domaine qui paraît bien adapté aux circuits de cette filière.

Le chapitre 3 décrit l'organisation des installations de valorisation, le processus de traitement pratiqué et la situation des installations existantes en Ile-de-France. Il présente également d'autres expériences et d'autres matériels de traitement permettant d'envisager le développement de cette filière.

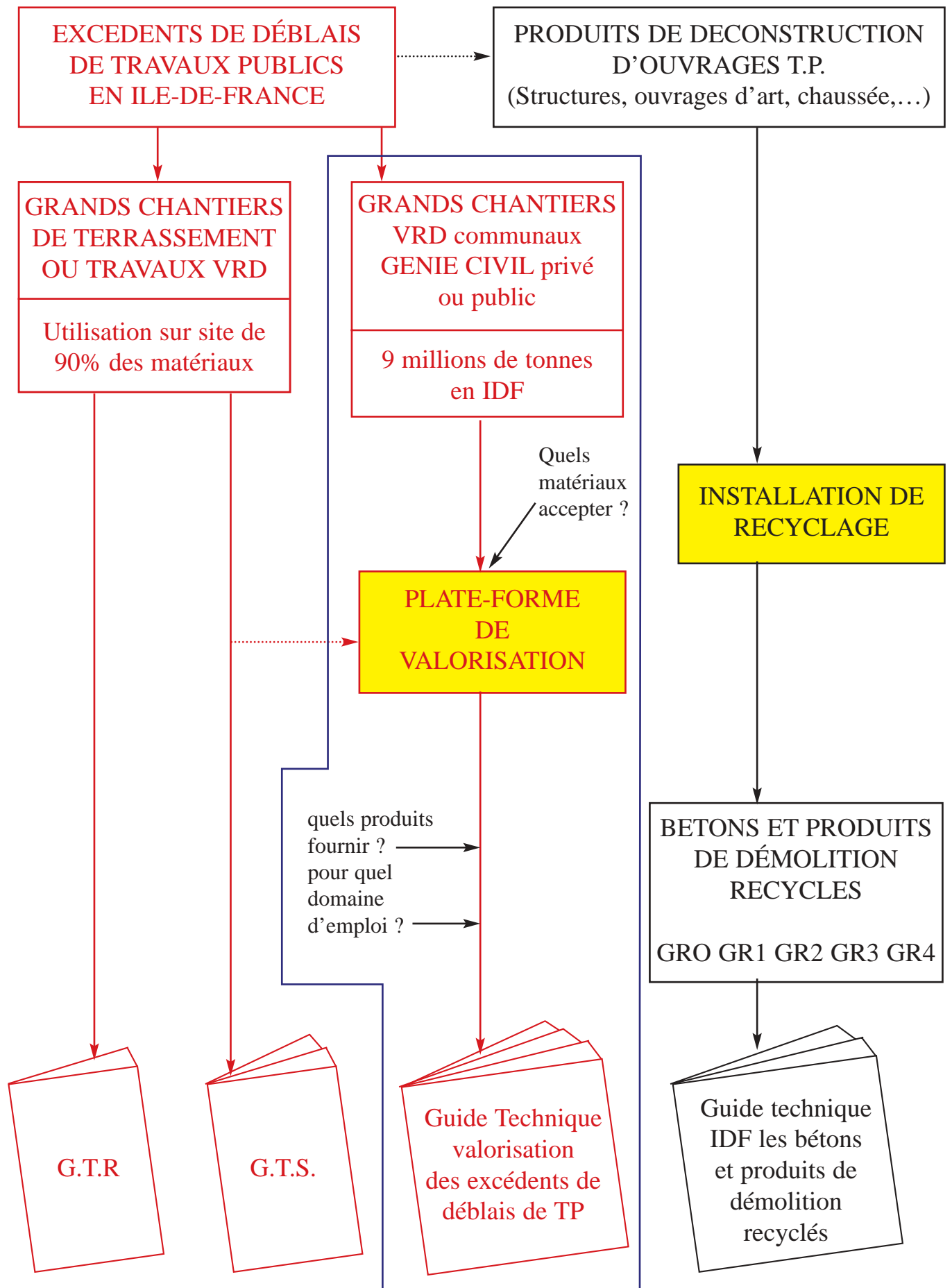
Le chapitre 4 traite de la mise en œuvre des matériaux de réemploi, ainsi que de la maîtrise de la qualité : dispositions à prendre lors de l'établissement du dossier de consultation, puis du déroulement du chantier pour permettre l'emploi de sols recyclés dans les marchés de travaux de terrassement ou de remblayage de tranchées.

Le chapitre 5 aborde les aspects économiques de cette technique pour situer le coût de ces matériaux et apporter ainsi une première information sur leur intérêt économique.

L'enjeu est d'importance pour éviter une adaptation difficile concernant les exigences de limitation de mise en décharge aux seuls déchets ultimes. La valorisation des déblais de Travaux publics en remblais offre une solution et concourt à l'économie des ressources naturelles non renouvelables en leur substituant des produits de réemploi.

Alors que dans les grands chantiers de terrassement ou travaux de VRD, 90% des matériaux sont réutilisés sur site suivant les prescriptions du GTR (guide technique pour les remblais et couches de forme) et du GTS (guide technique pour le traitement des sols), les excédents de déblais des petits chantiers de VRD communaux et de génie civil privé ou public sont traités dans des plates-formes de valorisation avant leur réemploi.

Le schéma ci-après montre la place respective qu'occupent les différentes techniques que sont la réutilisation sur site, le traitement en plate-forme de valorisation ou, pour les produits de déconstruction d'ouvrages de travaux publics, le recyclage dans des installations.



2. VOLUMES ET NATURE DES MATERIAUX – CLASSIFICATION – CONDITIONS D'EMPLOI

2.1. VOLUMES ET NATURE DES MATERIAUX :

L'étude régionale effectuée en 1991 par Technip "Déchets Bâtiments et Travaux Publics en Ile de France " [3] évalue à 9 millions de tonnes les déchets inertes en provenance des Travaux publics mis en décharge annuellement.

Les informations recueillies en 2000, auprès de gestionnaires de centres d'enfouissement, indiquent que dix centres répartis en Ile de France (Seine-et-Marne, Seine-Saint-Denis, Yvelines) recevant des terres et des gravats inertes, accueillent 3 à 4 millions de m³, soit environ 5 millions de tonnes par an. L'ensemble représentant à peu près la moitié des quantités mises en décharge, ce tonnage conforte le chiffre précédent, compte tenu de l'augmentation constatée ces dernières années d'après les estimations fournies lors de l'enquête.

Concernant les provenances, l'étude "Technip" fait état d'une très forte proportion (45%) provenant des "VRD-communes", un faible pourcentage (≈ 10%) concerne les grands projets routiers, le complément étant le fait de chantiers de génie civil à caractère "privé" pour l'essentiel (37%) et de quelques chantiers publics.

Les données de cette étude montrent qu'il n'y a pratiquement pas de réemplois des déblais de travaux de VRD à l'inverse des projets routiers pour lesquels sont étudiés le mouvement des terres de déblais en remblais. Pour les chantiers privés, bien que la mise en décharge reste importante, l'étude note un meilleur taux de réemploi.

Les qualités de ces déblais excédentaires résultent de la nature des travaux. Pour la réalisation des tranchées importantes d'assainissement générant de forts volumes de déblais, les terrassements intéressent les terrains profonds. La géologie régionale indique que de tels terrains sont le plus souvent de nature à prédominance marneuse, argileuse (marnes diverses, marno-calcaires...), humides à très humides, natures et états qui conduisent à une mise en dépôt définitive.

Les informations recueillies auprès de la Profession vont en ce sens.

Il n'en est pas de même lorsque les terrassements restent proches de la surface lors d'opérations telles qu'enfouissements de réseaux divers, creusements de petites tranchées d'assainissement, plate-forme de voiries... Ces excavations sont réalisées dans des sols superficiels de nature et d'état plus favorables aux réemplois (exemples des limons des plateaux ou de sables divers limoneux à argileux...)

Les terrains ainsi déblayés peuvent être mêlés de débris de déconstruction d'ouvrages susjacents (chaussées, trottoirs, plates-formes stabilisées...) qui concourent à améliorer la structure du matériau. *Ce sont ces matériaux qui sont concernés par ce guide.*

Les volumes récupérés lors de telles opérations sont souvent trop faibles à l'échelle du chantier pour envisager un réemploi, d'autant qu'ils peuvent nécessiter une préparation incompatible avec les moyens disponibles. A l'exception de zones singulières où les sols sont réutilisables en l'état (par exemple sables et graves

alluvionnaires), ils sont généralement évacués en décharge. Or leurs caractéristiques géotechniques et les processus de traitement opérant dans les installations de recyclage permettent d'envisager leur réemploi.



Matériaux entrants



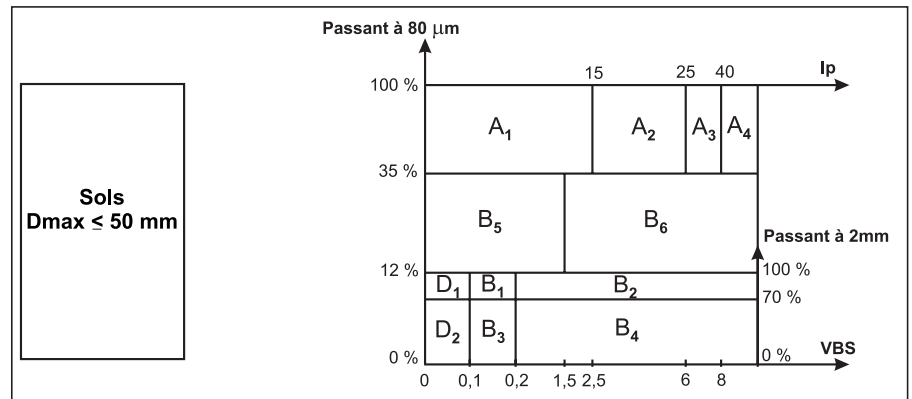
Matériaux sortants

2.2. CLASSIFICATION

Les tris effectués, le regroupement sur sites d'accueil, les diverses reprises, l'élimination des plus gros éléments en installations spécialisées... concourent à l'obtention de sols relativement homogènes à partir des déblais issus de travaux de VRD "de surface" tels que définis ci-dessus.

D'après les informations recueillies et selon la norme NF P 11-300 "Classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de forme d'infrastructures routières " [4], il apparaît que ces sols appartiennent aux classes B sols sableux et graveleux avec fines (B5, B6,... ou B3 lorsque la proportion de débris de déconstruction est importante) telles que définies par le synoptique de classification géotechnique de la norme donnée ci-dessous.

TABLEAU SYNOPTIQUE DE CLASSIFICATION DES MATÉRIAUX SELON LEUR NATURE



Reproduction de la norme NF P 11-300

L'environnement des sols en place dans lesquels sont exécutés les déblais est variable. Les teneurs en eau le plus souvent observées les situent souvent dans un état humide "h", quelquefois moyen "m", selon les définitions du Guide technique "Réalisation des remblais et des couches de forme" [5].



Guide des Terrassements Routiers (Fascicule I)



Guide des Terrassements Routiers (Fascicule II)

Ces classements restent à vérifier dans chaque cas tant la variété des sols régionaux et la diversité des situations peuvent conduire à d'autres qualifications

2.3 CONDITIONS DE REEMPLOI EN REMBLAIS

2.3.1 Technique de traitement des déblais

La réutilisation de ces déblais sélectionnés (sols sableux et graveleux avec fines) pour réaliser des opérations de terrassements telles que le remblayage des tranchées, le nivellement de supports de voies, de plates-formes d'aires diverses... implique que les matériaux récupérés puissent être compactés efficacement afin d'obtenir l'état de densification requis.

L'état hydrique fréquemment "humide" de ces sols caractérisés par une relative sensibilité à l'eau de leur comportement ne permet pas un compactage efficace. Le traitement par un réactif est alors une bonne solution.

Le réactif le plus adapté est la chaux calcique conforme à la norme NF P 98-101. La chaux agit immédiatement sur la teneur en eau du matériau par formation de chaux hydratée, et par floculation des feuillettes d'argiles qui se traduit par une élévation importante de la limite de plasticité du sol sans modification concomitante de la limite de liquidité. De plus, le matériau traité à la chaux permet un stockage de longue durée et reste réexcavable dans le cas d'emploi en tranchée.

Cette technique de traitement améliore ainsi le comportement pour autant que l'efficacité du traitement permet d'atteindre les performances fixées au guide de Traitement de Sols (GTS), à savoir pour les classes identifiées :

Classes de matériaux	IPI minimum
B5	15 à 30
B6	7 à 15

Dans le cas d'un réemploi en tranchées sous chaussées et pour la partie supérieure du remblai servant de couche de forme les valeurs IPI minimum du haut des fourchettes sont à atteindre et on s'assurera d'une sensibilité à l'eau du matériau traité satisfaisante, en vérifiant la condition :

$$\frac{I \text{ CBR}^*}{IPI} > 1$$

*CBR après immersion

En installation, le traitement à la chaux systématique permet une valorisation du sol et un emploi dans un domaine qui n'était pas possible, soit à cause de son état hydrique soit à cause de son argilosité. Dans ce dernier cas, un



Guide des Traitements des Sols à la Chaux et/ou Liants Hydrauliques

ajustement de la teneur en eau en centrale peut être nécessaire pour améliorer l'état hydrique des matériaux et atteindre la teneur en eau nécessaire au bon compactage.

2.3.2 Etude préalable

Pour chaque famille de matériaux récupérés pour être traités il faut procéder à une étude permettant de définir le dosage en chaux nécessaire. Cette étude préalable telle que définie au GTS [6] comporte deux volets :

- la qualification des matériaux destinés au traitement,
- la formulation des mélanges ayant pour but de fixer le dosage en chaux des matériaux qualifiés.

Qualification des matériaux

La qualification géotechnique par famille de matériaux reçus implique la constitution d'un échantillon "moyen" par reconnaissance visuelle pouvant résulter, par exemple, d'observations d'agents expérimentés chargés de l'admission des matériaux mis en dépôts.

Dans le cas de variabilité importante des terrains, un tri est nécessaire pour constituer des stocks de matériaux homogènes et pouvoir prélever des échantillons représentatifs des divers terrains ainsi stockés.

La qualification est obtenue par :

- l'identification (granulométrie, valeur au bleu, Proctor, IPI, CBR...) de l'échantillon "moyen" constitué,
- la connaissance de la plage de variation de teneur en eau de la famille considérée par mesures sur des prélèvements caractérisant divers états d'humidité,

- l'aptitude des matériaux au traitement à la chaux. Dans le cas d'un contexte géologique faisant apparaître des possibilités significatives de présence dans le sol d'éléments perturbateurs (matières organiques, sulfates, nitrates...), une vérification de l'aptitude au traitement doit être réalisée à partir de l'essai décrit dans

la norme NF P 94-100. [7] L'aptitude peut être considérée comme acquise si le gonflement volumique reste inférieur ou égal à 10% (cf GTS).

Ces informations peuvent être consignées sur une fiche d'identification donnant les caractéristiques géotechniques de la famille selon les paramètres décrits.



Fiche d'identification de l'entreprise SMS

Etude de formulation

Pour le matériau qualifié cette étude permet de définir le dosage en chaux nécessaire pour permettre le compactage et assurer la portance recherchée.

Elle est fondée sur la réalisation d'abaques donnant le pourcentage de chaux à appliquer en fonction de la teneur en eau pour obtenir les valeurs de portance fixées au GTS et rappelées au chapitre 2.3 pour les familles de sols signalées, en différenciant les emplois en corps de remblais de ceux en partie supérieure de remblais pour lesquels le

niveau de portance fixé est plus élevé. De tels abaques permettent de fixer et d'ajuster la quantité de chaux à incorporer aux sols sélectionnés.

2.3.3 Suivi de la production

Un suivi régulier du matériau doit permettre de confirmer la classe de sols et de déterminer la teneur en eau du matériau traité, paramètres nécessaires à la définition des conditions de mise en œuvre. Ces résultats peuvent compléter la fiche d'identification (cf. chapitre 2.3.2) en deuxième partie de cette fiche.

3. LES INSTALLATIONS DE TRAITEMENT



Installation fixe de Gravi France à Bondy (93)



Installation semi-mobile SMS/MATRIF à Limeil Brevannes (94)

Les installations de recyclage dépendent fortement des conditions locales d'exploitation (nature des matériaux entrants, emplois visés, importance du "gisement" potentiel...); les matériels nécessaires à la mise en œuvre de la technique fondée sur les mêmes opérations, sont diversifiés.

Dans ce chapitre il est fait état du processus de recyclage, des matériels utilisables ; des indications sont données concernant le type d'installation en fonction des volumes à traiter.

En Ile-de-France, il s'agit d'une activité naissante. Un premier bilan est effectué pour informer sur les possibilités actuelles encore limitées, mais qui peuvent évoluer rapidement compte tenu de l'intérêt de cette filière pour les solutions apportées dans le cadre de la gestion des déchets, à l'exemple de la région Lilloise ou d'autres pays (Allemagne, Belgique ...).

3.1 DESCRIPTION DU PROCESSUS

Le processus de recyclage se divise en 4 phases :

- le tri
- le scalpage
- le criblage et l'émottage
- le malaxage et le traitement du matériau par un réactif approprié

3.1.1 Sélection et tri des matériaux entrants

Le tri du matériau s'effectue à deux niveaux :

- à l'excavation
- lors du stockage avant scalpage.

L'objectif du tri est de s'assurer de la nature et de l'homogénéité des matériaux à traiter, de façon à respecter les dosages et processus définis préalablement lors de l'étude initiale du traitement et pendant la phase de réglage de l'installation de recyclage.

Ce tri pourra s'effectuer de différentes façons :

- sélection géographique (seront éliminées en particulier les zones pour lesquelles on sait par expérience que les sols comportent des sulfates) ;
- pour les fouilles importantes, la sélection pourra être faite par une visite d'acceptation préalable sur le site ;
- au niveau de la mise en stock, par une inspection visuelle du matériau à la bascule si cela est possible ou après déchargement.

La sélection visuelle doit permettre de reconnaître le sol sélectionné au préalable, de séparer les déblais les plus argileux ou les plus humides nécessitant un traitement spécifique, et de refuser tout déblai mêlant déchets de bâtiment et déblai de travaux publics.

3.1.2 Scalpage

Après le tri et la sélection du matériau entrant, celui-ci est scalpé à 100 mm environ pour séparer la partie la plus grossière du matériau constituée de blocs de graves traitées, d'enrobés, de pavés ou de pierres.

Ce refus pourra recevoir un traitement ultérieur spécifique (concassage) pour être introduit à nouveau dans le processus ou valorisé tel quel.

Les moyens les plus couramment utilisés sont des **grilles à barreaux fixes ou relevables**.

Pour les sites de grande capacité, un scalpeur vibrant est recommandé.

3.1.3 Criblage et émottage

Le passant à 100 mm subit ensuite un criblage dont l'objectif est d'atteindre une granularité O/D en général $D \leq 31,5$ mm. Cette opération permet également un émottage du matériau avant son traitement. Le refus peut être valorisé directement sous forme de granulat ou bien concassé pour être ré-introduit dans le processus.

Il existe également des **godets cribleurs** ou émotteurs autorisant un excellent émottage à 60 mm même pour des sols fortement plastiques.



Exemple de cribleur adapté aux matériaux collants : crible à étoiles

Les moyens pour cette opération sont soit un **crible vibrant** traditionnel à mailles carrées dans le cas d'un matériau moyennement plastique, soit un crible à étoiles ou à disque pour les matériaux plus plastiques.

3.1.4 Malaxage et apport de réactif

Ainsi qu'indiqué au chapitre 2.3, l'objectif général de cette opération est de réduire l'argilosité du matériau et de contrôler sa teneur en eau pour amener le matériau dans les conditions optimales de compactage. Pour réaliser cet objectif, il est nécessaire de traiter le matériau criblé avec un réactif adapté. Ce traitement s'effectue par un malaxage durant lequel le réactif (chaux généralement) est mélangé au matériau.

Dans le cadre de l'emploi visé (réutilisation en remblai), il n'est pas nécessaire d'employer un malaxage aussi énergique que pour les matériaux d'assises de chaussée ou en couche de forme. Il s'agit d'assurer un mélange suffisant pour que la chaux agisse. Le malaxage pourra être fait par un malaxeur à pales ou tout autre dispositif assurant l'homogénéité suffisante du mélange chaux/sol.

Le temps de transit dans le malaxeur sera adapté pour permettre un mélange satisfaisant. Le dosage en chaux défini par une étude préalable en laboratoire (cf chapitre 2.3.1) est effectué de préférence de façon pondérale par l'utilisation de dispositifs adaptés.

Enfin, une installation doit toujours permettre le cas échéant un ajout d'eau si le matériau traité est jugé trop sec et donc difficile à compacter.

3.1.5 Stockage du matériau traité

Il est nécessaire de disposer d'aires de stockages bien aménagées (plates-formes stabilisées et drainées) afin d'assurer un bon écoulement des eaux superficielles, éviter toute stagnation au pied des stocks et permettre une reprise correcte des matériaux traités par les engins de chargement.



Flux et stocks de matériaux après traitement à la chaux

3.1.6 Types d'installations

Ce processus de recyclage de déblai peut être mis en œuvre de différentes façons :

- installations fixes pour des tonnages produits au-delà de 100 000 tonnes ,
- installations semi-mobiles avec stockage préalable des déblais pour des tonnages de 20 à 50 000 tonnes ,
- installations mobiles sur chantier pour des rendements de l'ordre de 50 tonnes/jour.

3.2 SITUATION EN ILE DE FRANCE

En Ile-de-France, six installations fixes appliquent en totalité ou en partie le processus décrit ci-dessus :

Au total, ces différentes installations auront produit, durant l'année 2002, environ 100 000 tonnes de matériaux recyclés.

Ces différents centres sont localisés sur la carte (annexe 6.2) ; pour chacun d'eux, une fiche signalétique est fournie précisant les conditions de fonctionnement de l'installation (sélection, processus...), la nature des matériaux recyclés, les contrôles effectués pour s'assurer de l'efficacité de traitement.

Ces fiches sont renseignées à partir des informations recueillies auprès des entreprises gérant les installations.

3.3 AUTRES EXPÉRIENCES

Le recyclage de déblais issus de travaux d'excavation se développe hors de l'Île-de-France, en particulier dans la région Lilloise où ce type de matériau est agréé pour les remblaiements de tranchées.

En effet, depuis 1996 à l'initiative de EDF/GDF et de compagnies de distribution d'eau, plusieurs centres de recyclage de déblais VRD se sont développés dans la région Lilloise pour limiter les coûts élevés de mise en décharge et d'approvisionnement en matériau de remblai pour des chantiers de tranchées. Les matériaux issus de ces centres de valorisation ont reçu l'agrément des services techniques de la communauté urbaine de Lille.

En 2000, environ 500 000 tonnes de matériau de ce type ont été produites sur la région Lilloise.

Enfin, une possibilité de recyclage consiste à recycler à proximité immédiate du lieu d'excavation. Ce type de processus ne s'est pas développé pour l'heure en France où les installations sont fixes et traitent des matériaux en

stock. En revanche, en Allemagne, en Belgique et aux Pays Bas, cette technique connaît un réel engouement, notamment pour le remblaiement des tranchées d'assainissement.



Chantier mobile en région lyonnaise utilisant un godet cribleur et un silo à vis de dosage télécommandée



Plate-forme DEVAREM à côté de Lille. Prix de l'innovation 2000 du Moniteur

4. MISE EN ŒUVRE DES MATERIAUX DE REEMPLOI ET MAITRISE DE LA QUALITE

De façon générale les conditions de mise en œuvre (épaisseur des couches, énergie de compactage) sont fonction :

- de la nature et de l'état hydrique du matériau à compacter ;
- de l'objectif de compactage fixé ;
- du matériel de compactage envisagé.

La fiche d'identification définie permet d'identifier le matériau à mettre en œuvre : nature et état hydrique.

Pour les autres paramètres, épaisseur de mise en œuvre et objectif de compactage, ces matériaux étant le plus souvent réemployés en remblais de tranchées, domaine générateur, on se reportera au guide technique remblayage de tranchées ou au guide pour les terrassements routiers



Guide remblayage des tranchées [8]

Ces guides fixent deux niveaux de densification : Q4 pour le corps de remblai et Q3 pour la partie supérieure et font référence à des matériels de compactage (compacteurs vibrants, plaques vibrantes, pilonneuses).

Ils fournissent des tableaux de compactage définissant dans chaque cas l'épaisseur des couches, le débit théorique de l'atelier, le nombre de passes à effectuer, la vitesse de l'engin. En conséquence, la connaissance de la nature du sol recyclé et de son état hydrique (fiche d'identification), de la partie d'ouvrage à réaliser et du niveau du compactage prescrit (dossier de consultation des entreprises) permet d'utiliser de tels tableaux pour un matériel de compactage retenu par l'entreprise exécutant les travaux.

Exemple d'un cas de sol sableux et graveleux avec fines traité à la chaux

- Nature et état hydrique après traitement : B5m
- Objectif de densification requis : Q4
- Matériel de compactage envisagé : rouleau vibrant PV4
- Modalités de compactage en partie inférieure de remblai selon le **Guide Technique** de compactage des remblais tranchées tableau 6.1.

- Epaisseur (e) = 20 cm
- Débit théorique (Q/h) = 60 m³/h
- Nombre de passes (n)= 5
- Vitesse de l'engin = 1,5 km/h

La valorisation des sols recyclés pour effectuer des fournitures de matériaux pour remblais dans le cadre de travaux de terrassements ne peut aboutir sans une démarche de gestion de la qualité.

Cette démarche est définie dans le Guide technique "Organisation de l'assurance qualité dans les travaux de terrassements" [9] qui distingue plusieurs étapes partant de l'établissement du Dossier de consultation des entreprises DCE jusqu'à l'achèvement de l'ouvrage.

Pour la fourniture de matériaux recyclés, il faut prendre en compte les dispositions spécifiques définies ci-après et qui résultent des possibilités actuellement observées en Ile-de-France.



Exemple de réalisation de chantier en Ile-de-France

4.1 ETABLISSEMENT DU DOSSIER DE CONSULTATION DES ENTREPRISES

4.1.1 Expression des stipulations techniques à faire figurer au Cahier des clauses techniques particulières (CCTP)

Les stipulations techniques figurant au CCTP doivent permettre l'emploi en remblais des **sols fins** A (A1,...) et **ou graveleux** B (B5, B6) de la norme NF P 11-300.

Les indices de portance minimum après traitement à la chaux devront suivre les recommandations suivantes

Corps de remblai

Classes	IPI minimum
A 1	≥ 10
B 6	≥ 7
B 5	≥ 15

Partie supérieure du remblai

- IPI minimum : valeurs hautes de fourchettes du tableau au § 2.3.1
- Sensibilité à l'eau $\frac{ICBR}{IPI} \geq 1$
- Etat hydrique "moyen" (cf. GTR 92)

4.1.2 Exigences devant figurer au SOPAQ :

Les exigences devant figurer au Schéma organisationnel du plan d'assurance qualité (SOPAQ) sont :

- la provenance des sols de réemploi,
- la description sommaire du processus de traitement et capacité des matériels utilisés,
- l'organisation générale des contrôles d'assurance qualité qui reviennent à l'entreprise et les indications sur les moyens prévus conformément aux exigences du SOPAQ.

4.2 PRÉPARATION DU CHANTIER

L'exploitant de l'installation de recyclage doit remettre un Plan d'Assurance Qualité (PAQ) définissant notamment les procédures particulières à la technique :

- exécution du tri sélectif et modalités de gestion des stocks de sols sélectionnés,
- préparation des sols et technique de traitement mise en œuvre (étude de formulation des matériaux, processus...),
- organisation, consistance et fréquence du contrôle intérieur. Le PAQ précisera la fréquence des essais adaptée selon qu'il s'agit de classer des sols sélectionnés (partie 1 de la

fiche d'identification) ou de caractériser l'état des matériaux recyclés (partie 2 de la fiche).

De façon plus générale, les dispositions prises pour effectuer le contrôle intérieur sur le site de recyclage sont nécessaires à l'établissement du plan de contrôle du chantier.

4.3 DÉROULEMENT DU CHANTIER

La fiche d'identification (cf. chapitre 4.2) devra accompagner chaque fourniture compte tenu qu'il s'agit de données nécessaires à la définition des conditions d'emploi.

5. ASPECTS ÉCONOMIQUES

Le présent chapitre fournit des éléments de comparaison entre la filière traditionnelle (déblais évacués en décharge et remblaiement en matériaux d'apport) et celui de la filière de recyclage (réutilisation de certains déblais en situation excédentaire). Il fait apparaître les enjeux économiques pour les différents intervenants (donneurs d'ordre, entreprises...).

Les chiffres fournis ci-après sont des valeurs indicatives. Il faut les prendre comme des ordres de grandeur reflétant une estimation de la situation en 2001.

5.1 FILIÈRE TRADITIONNELLE

Les éléments de coût de la filière traditionnelle comprennent :

- Le coût du déblai : transport et évacuation dans une décharge ;
- Le coût du matériau de remblai : apport d'un "granulat" et transport à pied d'œuvre.

5.1.1 Coût de l'évacuation des déblais en décharge

Ce coût est très variable en Ile-de-France suivant le lieu des travaux. Le droit de mise en décharge varie considérablement entre la Seine-et-Marne bien pourvue en décharges et Paris qui est obligé de recourir à des péniches pour la récupération et l'évacuation des déchets. En pratique, le droit de mise en dépôt en grande couronne pour des décharges situées à 30 km de Paris est de l'ordre de 2,29 à 3,04 €/t, dans les départements de la petite couronne (Hauts-de-Seine, Seine-Saint-Denis, Val de Marne), ce coût est de 6,10 à 7,62 €/t et il atteint de 7,62 à 9,15 €/t à Paris.

Pour l'Entreprise et au-delà pour les maîtres d'ouvrage, ces coûts représentent une part non négligeable du montant des travaux. Ainsi, à titre d'exemple, les droits de mise en décharge représentent jusqu'à 0,8% du chiffre d'affaire de la filiale Ile-de-France d'une entreprise routière nationale et 2,2% du chiffre d'affaire de son agence parisienne.

Il faut ajouter à ce coût, le transport du déblai depuis le chantier jusqu'au site de mise en décharge. Ce coût est extrêmement difficile à apprécier dans la mesure où il dépend du lieu du chantier et du lieu de mise en dépôt, mais aussi de la nature des travaux :

- Les petits travaux VRD (entretien de voirie, tranchées électriques ou téléphoniques) génèrent peu de déblais. Ces déblais partent vers le lieu de dépôt le plus proche quel qu'en soit le prix car les volumes de déblais générés par ces travaux sont faibles et l'incidence transport est très importante ;

- A l'inverse, pour des travaux d'assainissement ou de terrassement d'importance, l'entreprise va rechercher la décharge la moins chère (en général éloignée du chantier) car l'incidence du coût de transport est plus faible (double fret déblai à l'aller retour avec un matériau de remblaiement) en regard du coût de mise en décharge.

Par ailleurs, ce double transport de matériau est coûteux à l'économie en raison du surcroît de trafic qu'il génère sur des axes routiers déjà fortement chargés, particulièrement pour l'apport de matériaux "neufs" dont les sites de production sont plus éloignés des chantiers d'emploi.

Ainsi, 9 à 10 millions de tonnes de terres mises en décharge chaque année en Ile-de-France représentent environ 400 000/450 000 camions circulant sur les routes franciliennes. Les effets générés par cette activité et supportés par la collectivité ont un coût difficile à évaluer, mais probablement important.

5.1.2 Les matériaux d'apport

Les matériaux d'apport les plus fréquemment utilisés en Ile de France pour les remblaiements sont :

- Les sablons dont les prix varient autour de 3,04 à 3,81 €/t au départ carrière et de 9,15 €/t arrivée, pour les départements de Paris et de la petite couronne,
- Les graves naturelles dont les prix varient entre 7,62 à 12,2 €/t départ carrière, pour les départements de Paris et de la petite couronne.

D'autres matériaux de recyclage ou issus de valorisation sont également utilisés : mâchefer d'incinération d'ordures ménagères (MIOM), bétons concassés (cf guide technique Ile-de-France pour les bétons et produits de démolition recyclés). Le prix de ces matériaux pour une utilisation en remblais est variable, de l'ordre de 6,10 €/t pour le béton concassé et de l'ordre de 2,29 €/t pour les mâchefers.

5.2 LES DÉBLAIS VALORISÉS PAR TRAITEMENT À LA CHAUX

Le coût des matériaux valorisés par traitement à la chaux doit être évalué de façon globale en intégrant :

- le coût d'achat de ces matériaux,

- le coût de transport,
- le coût de mise en œuvre par rapport à des matériaux classiques.

5.2.1 Coût d'achat des matériaux valorisés :

Le coût de revient de ces matériaux dépend essentiellement de :

- leur taux de recyclage,
- du type de matériau à valoriser et de son état, lesquels vont définir le type de processus.

En effet, l'ensemble des matériaux entrant sur une plate-forme de traitement n'est pas recyclé, et une partie sera de toute façon mise en décharge. L'exploitant de la centrale de traitement fait donc payer un droit de mise en décharge. En général ce droit est assez faible de l'ordre de 1,52 à 2,29 €/t de déblai entrant et destiné à être recyclé.

En Ile de France, le prix des matériaux recyclés varie de 5,34 à 7,62 €/t suivant la localisation des sites. Le prix d'achat de ces matériaux est donc assez proche des matériaux classiques utilisés en remblaiement d'ouvrage.

Pour l'entreprise et le maître d'ouvrage l'utilisation de matériaux recyclés va permettre :

- de réduire le coût global du fait que seule une fraction des déblais entrants est mise en dépôt,
- d'utiliser des matériaux traités à un coût similaire à celui des matériaux de remblais naturels, tout particulièrement en petite couronne.

5.2.2 Transport

La mise en dépôt dans un site de recyclage et l'utilisation de matériaux recyclés traités à la chaux peuvent réduire considérablement le transport de déblai et de matériau de remblai.

En effet, les plates-formes de recyclage peuvent être situées à proximité des centres urbains générateurs de déblais, voire même avec certains matériels mobiles, le recyclage peut se faire à l'intérieur même du chantier. L'utilisation de déblai traité à la chaux pourrait donc réduire les distances de transport entre chantiers et décharges et sites de matériaux de remblai ; elle limiterait ainsi le coût du transport de ces matériaux pour les entreprises de travaux et la collectivité.

Ce coût est difficilement chiffrable, on estime toutefois que le coût du transport est de l'ordre de 0.046 €/txkm.

Pour mettre en évidence les enjeux économiques, une réduction de 1 km de la distance moyenne de transport des déblais excédentaires mis en décharge annuellement signifie une économie de 0,48 M€/an.

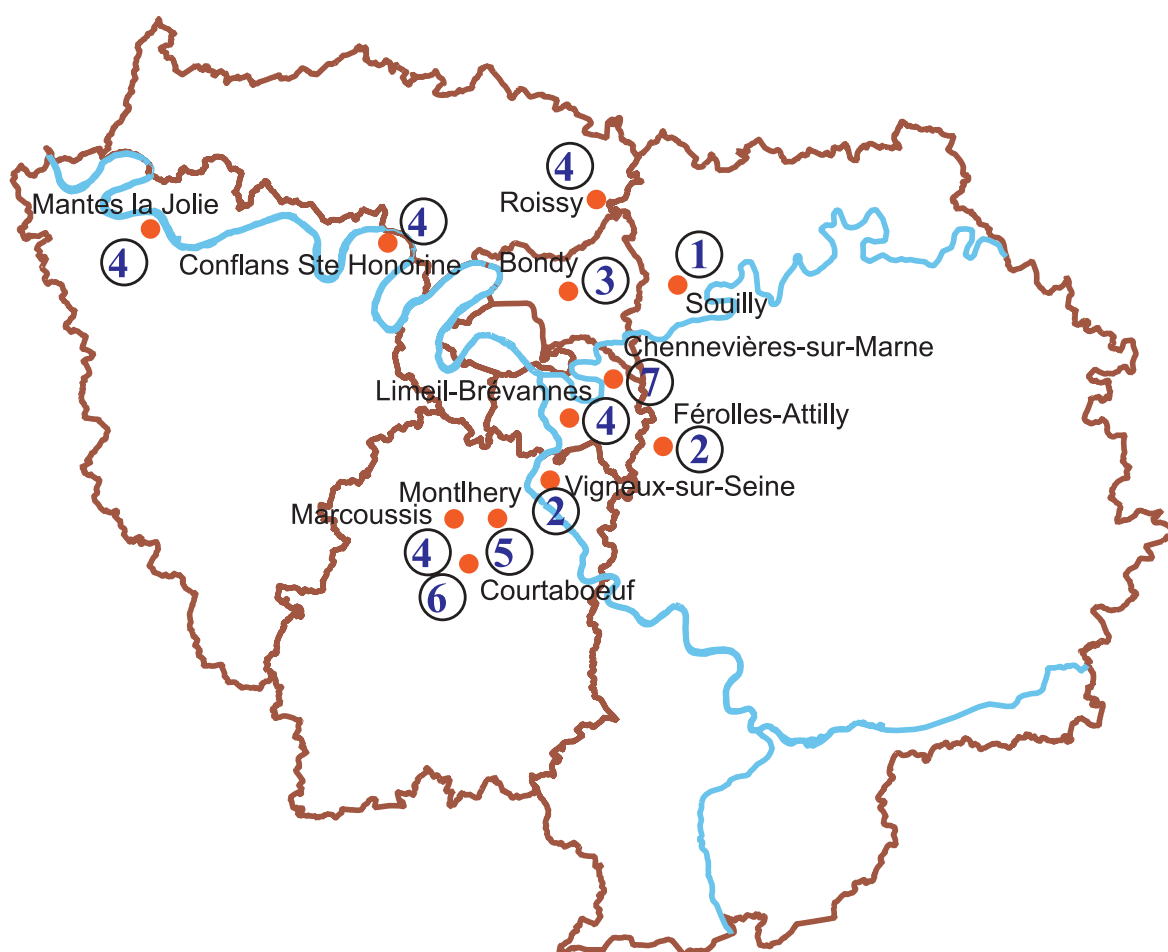
5.3 Conclusion

Au-delà de la préservation des ressources en granulats d'origine naturelle, l'intérêt du recyclage des déblais réside également dans la réduction du coût que peut apporter ce type de matériau :

- globalement à la collectivité, en réduisant le coût des travaux mais aussi en réduisant le transport par route des déblais et des remblais et ses inconvénients ;
- à l'entreprise de travaux et aux donneurs d'ordre en limitant le coût de mise en dépôt des déblais, le coût de transport et ceci en utilisant un matériau à prix comparable et offrant les mêmes garanties d'usage que les matériaux naturels.

6. ANNEXES

6.1 CARTE D'IMPLANTATION DES INSTALLATIONS DE TRAITEMENT EN ILE DE FRANCE



INSTALLATIONS DE TRAITEMENT DES EXCEDENTS DE DEBLAIS DE TP

- ① SRD – 1 site fixe, Lieu dit Le Pré-Marais de Souilly (77) CLAYE SOUILLY
- ② RVM – 2 sites fixes, VIGNEUX SUR SEINE (91) et FEROLLES-ATTILLY (77)
- ③ GRAVI – France – 1 site fixe, Chemin de Halage (93) BONDY
- ④ SMS – 1 site fixe à LIMEIL-BREVANNES (94) , 1 installation semi mobile entre MARCOUSSIS (91), ROISSY (95), CONFLANS STE HONORINE et MANTES LA JOLIE (78)
- ⑤ TPE – 1 installation mobile basée à MONTLHERY (91)
- ⑥ TERE – 1 installation mobile basée à COURTABOEUF (91)
- ⑦ MRC – 1 site fixe à CHENNEVIERES SUR MARNE (94)

6.2 FICHE PAR INSTALLATION DE TRAITEMENT (Exemples)

FICHE SIGNALÉTIQUE

INSTALLATION DE TRAITEMENT

NOM DE LA SOCIÉTÉ : GRAVI – France
ADRESSE : Chemin de Halage – B.P. 70 – 93 141 BONDY CEDEX
TELEPHONE : 01.48.48.17.73 FAX : 01.48.50.75.30

PROVENANCE : Déblais extraits de tranchées de pose sur réseaux divers dans Paris et la Seine-Saint-Denis pour l'essentiel

NATURE : Mélanges de matériaux de déconstruction d'ouvrages divers (chaussées, trottoirs...) et de sols en place non argileux.

SELECTION : A partir de contrôles visuels du contenu des camions :
- lors du passage en bascule ;
- au déversement lors de la mise en dépôt provisoire avec reprise des sols retenus après tri des éléments indésirables (câbles, plastiques, bois...) pour mise en stock avant traitement.

PROCESSUS :

- Scalpage initial à 30mm sur crible ;
- Passage en installation de traitement (Engelco - -Terres neuves 150t/h)
 - émottage
 - apport de chaux par système de dosage asservi ;
 - malaxage avec ajout d'eau si nécessaire
 - sortie sur tapis collecteur et stockage 0/30 traité

CONTROLE DE L'ENTREPRISE :

- Etudes initiales d'identification et de traitement des déblais sélectionnés (en 2000, matériaux B5, voir B3) ;
- Contrôles occasionnels selon observations des variations des sols entrants et des sols traités

AUTRES DONNEES :

 Systématisation des contrôles en cours d'étude.
 Emplois en remblais de tranchées.

Informations communiquées par L'ENTREPRISE

FICHE SIGNALÉTIQUE

PLATE FORME DE RECYCLAGE

NOM DE LA SOCIÉTÉ : RVM – Recyclage et Valorisation des Matériaux

ADRESSE : 4 rue Gallilée – 91270 Vigneux sur Seine

TELEPHONE : 01.69.03.66.49 **FAX :** 01.69.03.66.09

PROVENANCE : Excédents de déblais et de tranchées (assainissements, réseaux câblés...), de décaissement de plates-formes... sur zone de 21/25Km de rayon.

NATURE : Limons plus ou moins argileux, marnes peu plastiques, débris de déconstruction de chaussées (sauf matériaux traités aux liants hydrauliques de couches d'assises), de trottoirs...

SELECTION : Informations à partir de l'origine ; Observation visuelle à l'arrivée sur la nature.

PROCESSUS : Unité mobile de traitement des terres (ENGELCO) 50t/h

- chargement trémie tampon :
- scalpage des plus gros éléments ; criblage 0/D (20 à 30mm) avec crible, à étoiles
- réception 0/D sur tapis collecteur
- ajout de chaux par dosage volumétrique asservi au débit pondéral du 0/D
- malaxage
- sortie sur tapis collecteur et stockage du 0/20 traité à la chaux.

CONTROLE DE L'ENTREPRISE :

- identification géotechnique du matériau entrant
- analyse du matériau traité par caractérisation de la nature, de la teneur en eau et de la portance.

AUTRES DONNEES :
Emploi en remblai de tranchée et remblai courant VRD

Informations communiquées par l'ENTREPRISE

FICHE SIGNALÉTIQUE

INSTALLATION DE TRAITEMENT

NOM DE LA SOCIÉTÉ : SOCIÉTÉ DE RECYCLAGE DES DÉBLAIS (S.R.D)

ADRESSE : Lieu dit La Brée-Marais de Souilly – 77410 CLAYE SOUILLY

TELEPHONE : 01.60.26.64.31 **FAX :** 01.60.26.94.91

PROVENANCE : Travaux de VRD essentiellement

NATURE : Sols limoneux et sableux, mêlés de matériaux de déconstruction d'ouvrages (chaussées)

SELECTION :

- Reconnaissance préalable : Recueil d'information sur la nature des déblais de chaque chantier par visite sur site si travaux importants, par appréciation selon la situation géographique du lieu des travaux et la connaissance des terrains en place...pour identification des provenances possibles permettant le recyclage.
- Reconnaissance sur plate-forme :
 - Bascule : vérification pour chaque camion de la provenance selon les informations de la reconnaissance préalable
 - Déversement : vérification visuelle de la nature et de l'homogénéité du contenu de la benne.

PROCESSUS : UNITE FIXE de TRAITEMENT des TERRES comportant :

- scalpeur – cribleur (Nordberg),
- trémie tampon,
- malaxeur vertical
- système de dosage de la chaux asservi,
- apport d'eau possible à partir d'un dispositif annexe non permanent,
- sortie sur tapis collecteur de 0/30 traité.

CONTROLE DE L'ENTREPRISE :

- contrôles des matériaux entrants et sortants après traitement lors de la mise en place de l'installation (1998/1999)
- contrôles ponctuels sur sols traités par laboratoire extérieur selon expérience acquise (année 2000)

AUTRES DONNEES : Emplois en remblais des tranchées, plates-formes d'aires...

Informations communiquées par l'ENTREPRISE

FICHE SIGNALÉTIQUE

INSTALLATION DE TRAITEMENT

NOM DE LA SOCIÉTÉ : S.M.SPlate-forme fixe de Limeil

Rue Albert Gary
94 450 LIMEIL BREVANNES
Tél : 01.45.69.06.86

Plate-forme semi-mobile de Marcoussis
Lieu Dit « La Folie en Bessin » - RD 35
91 460 MARCOUSSIS
Tél : 01.69.01.60.19

L'installation semi-mobile effectuée des campagnes de production sur les sites de :

- STANOP à Conflans Ste Honorine
- SORMAT à Roissy
- MRM à Mantes La Jolie

NATURE DES MATÉRIAUX ENTRANTS :

Matériaux limoneux graveleux issus d'excavation de travaux publics en Ile de France

SELECTION :

Visuelle lors du passage en bascule et au déversement lors de la mise en dépôt provisoire.

PROCESSUS :

1°/ Scalpage à 100 mm ;

2°/ Criblage (cribles à étoiles) à 30 mm :

- refus valorisé après concassage si possible sinon, le refus est évacué en CET de classe III ;
- passant traité à la chaux (dosage pondéral) suivant état hydrique, émottage ou malaxage ;
- apport d'eau éventuel.

3°/ traitement au liant routier en centrale de traitement de graves pour fabrication de matériau routier après maturation pendant 3 semaines du matériau traité à la chaux.

CONTROLE :

Etudes initiales d'identification et de traitement des déblais sélectionnés (sols A1, A2, B5 et B6 et CiAj et CiBj écrété selon norme NF P 11-300)

Teneur en eau comprise entre 0,9 et 1,3 WOPN avant passage en installation

Contrôle teneur en sulfate SO₄ < 0,6 % sur stock entrant deux fois par mois

Vérification et identification des matériaux suivant NF P 11-300 deux fois par mois.

AUTRES DONNÉES :

Commercialisation de deux matériaux :

ECOSOL Chaux pour les remblais et couches de forme

ECOSOL LH pour les couches de forme, les assises de chaussée à faible trafic et les plate-formes bâtiment

Production : objectif 200 000 t/an en 2004

Informations communiquées par l'entreprise

FICHE SIGNALÉTIQUE

INSTALLATION DE TRAITEMENT

NOM DE LA SOCIÉTÉ : M.R.C.

30, rue Gay Lussac
94 430 CHENNEVIERES SUR MARNE
Tél : 01.69.79.33.47

NATURE :

Les matériaux entrants sont issus essentiellement d'excavations de tranchées en Ile de France comprenant des terres limoneuses à argileuses mêlées de débris de déconstruction de chaussée.

SELECTION :

1°/ en amont sélection des matériaux entrants en refusant tout matériau issu de démolition de bâtiment ou de dépollution ;

2°/ visuelle sur le camion lors du passage en bascule et au déversement en cas de doute

PROCESS :

1°/ Scalpage sommaire à 150 mm ;

2°/ Criblage (cribles à étoiles) à 31,5 mm :

- le refus est valorisé après traitement à la chaux et concassage comme granulats recyclés ;
- le passant est traité à la chaux ou au liant (dosage pondéral), la teneur en eau peut être corrigée par un apport d'eau ainsi que la courbe granulométrique par un apport en sable.

CONTROLE :

Avant traitement, suivant fréquence définie dans PAQ, le laboratoire contrôle :

- la granulométrie du matériau entrant ;
- la valeur au bleu (VBs) ;
- et effectue un essai Proctor

Les sols entrants sont de type A1, A2, B5 et B6.

AUTRES DONNEES :

Les matériaux sont utilisés en remblais divers et en assises de chaussée légère suivant le type de traitement.

Production annuelle : 40 000 t/an

Informations communiquées par l'entreprise

FICHE SIGNALÉTIQUE

INSTALLATION DE TRAITEMENT

NOM DE LA SOCIÉTÉ : TERE

1, route départementale 118
VILLEBON SUR YVETTE
91 971 COURTABOEUF
Tél : 01.60.10.25.25

NATURE :

Limons issus d'excavations diverses en Ile de France mêlés de débris de déconstruction.

PROCESS :

Installation mobile constituée d'un godet cribleur/malaxeur et d'un système de stockage/dosage télécommandé conçue pour le recyclage des terres issues d'excavation en tranchées.

1°/ criblage à 60 mm et aération du matériau entrant ;

2°/ reprise du matériau ainsi criblé, pesée (godet sur pesons) et introduction de chaux par vis télécommandée asservie à la mesure du poids de matériau, malaxage ;

3°/ stockage du matériau traité ou non ;

4°/ mise en œuvre en tranchée.

CONTROLE :

En amont : mesure de la VBS et de la teneur en eau afin d'évaluer le dosage en chaux nécessaire ;

A réception après mise en œuvre : contrôle des compacités par PDG 1000 et PANDA.

AUTRES DONNEES :

L'installation est conçue pour produire jusqu'à 40 000 t annuellement.

Ce produit est utilisé uniquement pour les besoins de l'entreprise TERE.

En zone urbaine, pour éviter les émissions de poussières, il est fait appel à de la chaux à émission de poussières réduite.

Informations communiquées par l'entreprise

6.3 REFERENCES DES TEXTES A CARACTERE NORMATIF OU REGLEMENTAIRE CITES DANS LE GUIDE

- [1] Planification de la gestion des déchets de chantier du bâtiment et des travaux publics.
Circulaire du 15/02/2000 Ministères Environnement, Equipement et Logement.
- [2] Décret n° 2002-540 du 8 avril 2002 relatif à la classification des déchets.
- [3] Etude TECHNIP "Déchets Bâtiments et Travaux Publics en Ile de France" décembre 1997
- [4] Norme NF P 11-300 "Classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de forme d'infrastructure routière AFNOR 1992.
- [5] Réalisation des remblais et des couches de forme Guide technique GTR – SETRA – LCPC septembre 1992
- [6] Traitement des sols à la chaux et/ou aux liants hydrauliques.
Guide technique GTS – LCPC – SETRA janvier 2000
- [7] Norme NF P 94-100 sols reconnaissance et essai Matériaux traités à la chaux et/ou aux liants hydrauliques Essai d'évaluation de l'aptitude d'un matériau au traitement.
- [8] Remblayage des tranchées Guide technique SETRA – LCPC mai 1994.
- [9] Organisation de l'assurance qualité dans les travaux de terrassement Guide technique LCPC – SETRA janvier 2000.

Crédits photographiques :
- LREP
- Entreprises Lhoist, Gravi-France

Achevé d'imprimer sur les presses
de CARACTERE S.A.S. en Mars 2004
n° 7-139 - 1^{er} trimestre